

**EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS DE SÍNTESIS QUÍMICA EN MEZCLA CON  
UN FISIOACTIVADOR SOBRE EFECTOS DE RENDIMIENTO Y  
ENFERMEDADES FUNGICAS EN ARROZ (*Oryza sativa*) VAR. FEDEARROZ 68  
EN LA INSPECCIÓN PALMERAS, SAN CARLOS DE GUAROA**

**DEICY MIREYA JIMÉNEZ MADRID**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
VILLAVICENCIO  
2016**

**EVALUACIÓN DE FUNGICIDAS DE SÍNTESIS QUÍMICA EN MEZCLA CON  
UN FISIOACTIVADOR SOBRE EFECTOS DE RENDIMIENTO Y  
ENFERMEDADES FUNGICAS EN ARROZ (*Oryza sativa*) VAR. FEDEARROZ 68  
EN LA INSPECCIÓN PALMERAS, SAN CARLOS DE GUAROA**

**DEICY MIREYA JIMÉNEZ MADRID**

**Trabajo de investigación como requisito parcial para optar por el título de  
Ingeniera Agrónoma**

**Director: HAROLD BASTIDAS LOPEZ  
Ingeniero Agrónomo MSc.**

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
VILLAVICENCIO  
2016**

Los directores y jurados examinadores de este trabajo de pregrado, no serán responsables de las ideas emitidas por los autores del mismo.

**Art. 24, Resolución No. 4 de 1994**

**Nota de aceptación**

---

---

---

Director de tesis

---

I.A Msc. Harold Bastidas López

Jurado

---

I.A. Álvaro Álvarez Socha

Jurado

---

I.A. Oswaldo de la Rosa

Villavicencio, 4 de abril de 2016

**PERSONAL DIRECTIVO**

**JAIRO IVAN FRIAS CARREÑO**

Rector

**DORIS CONSUELO PULIDO GONZALEZ**

Vice-rector académico

**JOSE MILTON PUERTO GAITAN**

Secretario general

**PAULO EMILIO CRUZ CASALLAS**

Decano de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

**JAIRO RINCON ARIZA**

Director de Escuela de Ciencias Agrícolas

**CARLOS ALBERTO HERRERA BAQUERO**

Director del Programa de Ingeniería Agronómica

## DEDICATORIA

*Este trabajo lo dedico a Dios por todas las oportunidades que me ha brindado, por acompañarme siempre en cada uno de mis caminos y por regalarme una familia amorosa y maravillosa.*

*A mi padre, por cuidar de mí aún en el Cielo.*

*A mi hermosa madre, por su amor, comprensión, y su constante apoyo.*

*A mis hermanos, quienes me han brindado un ejemplo de honestidad y perseverancia. A ellos, por enseñarme que la unión hace la fuerza.*

*Y a ese hombre que más que mi hermanito ha sido mi padre y mi amigo, que con su ejemplo me ha enseñado que la vida radica en la familia y que uno es y será para ellos. A él, por apoyarme y acompañarme en cada uno de mis sueños y decisiones.*

*A cada persona que Dios ha puesto en mi camino, por las enseñanzas que hemos compartido, por el amor que me han brindado.*

## **AGRADECIMIENTOS**

¡Gracias!

A Dios, por regalarme la vida y lo más valioso que tengo que es mi familia.

A mi familia por apoyarme incondicionalmente en cada camino que he tomado.

A UPL Colombia SAS por su financiamiento y por permitirme trabajar de su mano en toda la realización de la tesis.

Al ingeniero Rene Neira por creer en mí, por sus enseñanzas.

A cada persona que hizo parte de este camino y que me ha ayudado a crecer como persona y profesional.

**¡A todos ellos, muchas gracias!**

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>RESUMEN</b> .....	18
<b>ABSTRAC</b> .....	20
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	21
1.1 Justificación.....	21
1.2 Planteamiento del problema.....	22
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	24
2.1 General.....	24
2.2 Específicos.....	24
<b>3. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	25
3.1 Contexto del cultivo de arroz.....	25
3.2 Taxonomía del arroz.....	26
3.3 Fenología del arroz.....	27
3.3.1 Fase vegetativa.....	27
3.3.2 Fase reproductiva.....	27
3.3.3 Fase de maduración.....	27
3.4 Etapas de desarrollo del arroz.....	28
3.4.1 Germinación o emergencia.....	28
3.4.2 Plántula.....	28
3.4.3 Macollamiento.....	28
3.4.4 Elongación del tallo.....	29
3.4.5 Iniciación de la panícula.....	29
3.4.6 Desarrollo de la panícula.....	29
3.4.7 Floración.....	30
3.4.8 Grano lechoso.....	30



3.4.9 Grano pastoso .....	30
3.4.10 Grano maduro .....	30
3.5 Variedad Fedearroz 68 .....	31
3.5.1 Fenología .....	31
3.5.2 Manejo fitosanitario .....	32
3.5.3 Manejo nutricional .....	32
3.6 Enfermedades del cultivo del arroz .....	32
3.6.1 Añublo de la vaina .....	32
3.6.1.1 Agente causal .....	33
3.6.1.2 Epidemiología .....	33
3.6.1.3 Sintomatología .....	33
3.6.2 Pudrición de la vaina .....	33
3.6.2.1 Agente causal .....	34
3.6.2.2 Epidemiología .....	34
3.6.2. Sintomatología .....	34
3.6.3 Mancha naranja .....	34
3.6.3.1 Agente causal .....	34
3.6.3.2 Epidemiología .....	35
3.6.3.3 Sintomatología .....	35
3.6.4 Mancha parda .....	36
3.6.4.1 Agente causal .....	36
3.6.4.2 Epidemiología .....	36
3.6.4.3 Sintomatología .....	36
3.6.5 Complejo manchado del grano .....	37
3.6.5.1 Agente causal .....	37
3.6.5.2 Epidemiología .....	37
3.6.5.3 Sintomatología .....	37

3.7 Fungicidas de síntesis química.....	37
3.7.1 Grupo químico: Estrobirulina.....	37
3.7.2 Grupo químico: Triazol.....	38
3.7.3 Grupo químico: Benzimidazol.....	38
3.7.4 Grupo químico: Ditiocarbamato.....	38
3.8 Fisioactivador.....	39
<b>4. METODOLOGÍA.....</b>	<b>40</b>
4.1 Ambiente experimental.....	40
4.2 Diseño experimental.....	40
4.3 Variables.....	41
4.3.1 Independientes.....	41
4.3.2 Dependientes.....	41
4.3.3 Intervinientes.....	41
4.4 Evaluación de enfermedades.....	42
4.4.1 <i>Helminthosporium oryza</i> .....	42
4.4.2 <i>Gaeumannomyces graminis</i> .....	43
4.4.3 <i>Sarocladium oryzae</i> .....	43
4.4.4 Complejo del manchado de grano.....	44
4.5 Evaluación de las variables de crecimiento.....	44
4.5.1 Ancho de la hoja.....	44
4.5.2 Altura de la planta.....	45
4.5.3 Macollamiento.....	45
4.6 Evaluación de las variables de rendimiento.....	45
4.7 Análisis estadístico.....	45
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>46</b>
5.1 <i>Helminthosporium oryza</i> .....	46

5.2	<i>Sarocladium oryzae</i> .....	47
5.3	Gaeumannomyces graminis.....	48
5.4	Complejo del manchado de grano.....	50
5.5	Ancho de lámina foliar.....	52
5.6	Altura de la planta.....	53
5.7	Macollamiento.....	54
5.8	Longitud de la hoja bandera.....	54
5.9	Longitud de la panícula.....	55
5.10	Granos por panícula.....	55
5.11	Granos efectivos por panícula.....	56
5.12	% Vaneamiento.....	57
5.13	Rendimiento.....	58
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>60</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>62</b>
<b>8.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>64</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla No 1.</b> Descripción de los tratamientos y momentos de aplicación.....	41
<b>Tabla No 2.</b> Escala de severidad para enfermedades foliares, Sistema de evaluación estándar IRRI.....	42
<b>Tabla No 3.</b> Escala de severidad para <i>Gaeumannomyces graminis</i> , Salazar.....	43
<b>Tabla No 4.</b> Escala de severidad para enfermedades en espiga, J.P Marín.....	44
<b>Tabla No 5.</b> Rendimiento por hectárea.....	58

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura No 1.</b> Fenología Var. F68.....	32
<b>Figura No 2.</b> Escala diagramática para enfermedades foliares, J.P Marín.....	42
<b>Figura No 3.</b> Escala diagramática para <i>Gaeumannomyces graminis</i> , Salazar.....	43
<b>Figura No 4.</b> Escala diagramática para <i>Sarocladium oryzae</i> .....	43
<b>Figura No 5.</b> Escala diagramática para enfermedades de espiga, J.P Marín.....	44
<b>Figura No 6.</b> Severidad de <i>Helminthosporium oryzae</i> en la Lec 1, 25 DDA realizada antes de iniciar macollamiento y de la Lec 2, 17 DDA realizada en primordio floral.....	46
<b>Figura No 7.</b> Incidencia de <i>Sarocladium oryzae</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	47
<b>Figura No 8.</b> Severidad de <i>Sarocladium oryzae</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	48
<b>Figura No 9.</b> Comportamiento de incidencia y severidad de <i>Sarocladium oryzae</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	48
<b>Figura No 10.</b> Incidencia de <i>Gaeumannomyces graminis</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	49
<b>Figura No 11.</b> Severidad de <i>Gaeumannomyces graminis</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	50
<b>Figura No 12.</b> Comportamiento de incidencia y severidad de <i>Gaeumannomyces graminis</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	50
<b>Figura No 13.</b> Incidencia del complejo del manchado de grano, 8 días antes de la cosecha.....	51
<b>Figura No 14.</b> Severidad del complejo del manchado de grano, 8 días antes de la cosecha.....	51
<b>Figura No 15.</b> Comportamiento de incidencia y severidad del complejo del manchado de grano, 8 días antes de la cosecha.....	52
<b>Figura No 16.</b> Ancho de la hoja en la Lec 1, 25 DDA realizada antes de iniciar macollamiento y de la Lec 2, 17 DDA realizada en primordio floral.....	52
<b>Figura No 17.</b> Altura de la planta en la Lec 1, 25 DDA realizada antes de iniciar macollamiento y de la Lec 2, 17 DDA realizada en primordio floral.....	53

<b>Figura No 18.</b> Macollamiento, lectura tomada en máximo macollamiento.....	54
<b>Figura No 19.</b> Longitud de la hoja bandera, 8 días antes de la cosecha.....	55
<b>Figura No 20.</b> Longitud de la panícula, 8 días antes de la cosecha.....	55
<b>Figura No 21.</b> Granos por panícula, 8 días antes de la cosecha.....	56
<b>Figura No 22.</b> Granos efectivos por panícula, 8 días antes de la cosecha.....	57
<b>Figura No 23.</b> % vaneamiento, 8 días antes de la cosecha.....	57
<b>Figura No 24.</b> Rendimiento por hectárea.....	59

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo 1.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Severidad de <i>Helminthosporium oryzae</i> , 25 DDA realizada antes de iniciar macollamiento.....	64
<b>Anexo 2.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de <i>Helminthosporium oryzae</i> , 25 DDA realizada antes de iniciar macollamiento.....	64
<b>Anexo 3.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Severidad de <i>Helminthosporium oryzae</i> , 17 DDA realizada en primordio floral.....	64
<b>Anexo 4.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de <i>Helminthosporium oryzae</i> , 17 DDA realizada en primordio floral.....	65
<b>Anexo 5.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Incidencia de <i>Sarocladium oryzae</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	65
<b>Anexo 6.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de Incidencia de <i>Sarocladium oryzae</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	65
<b>Anexo 7.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Severidad de <i>Sarocladium oryzae</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	66
<b>Anexo 8.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de Severidad de <i>Sarocladium oryzae</i> , 21 DDA realizada en prefloración .....	66
<b>Anexo 9.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Incidencia de <i>Gaeumannomyces graminis</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	66
<b>Anexo 10.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de Incidencia de <i>Gaeumannomyces graminis</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	66
<b>Anexo 11.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Severidad de <i>Gaeumannomyces graminis</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	67
<b>Anexo 12.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de Severidad de <i>Gaeumannomyces graminis</i> , 21 DDA realizada en prefloración.....	67
<b>Anexo 13.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Incidencia de Complejo del Manchado del Grano, 15 días antes de la cosecha.....	67
<b>Anexo 14.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de Incidencia de Complejo del Manchado del Grano, 15 días antes de la cosecha.....	68

<b>Anexo 15.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Severidad de Complejo del Manchado del Grano, 15 días antes de la cosecha.....	68
<b>Anexo 16.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de Severidad de Complejo del Manchado del Grano, 15 días antes de la cosecha.....	68
<b>Anexo 17.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Ancho de la Hoja, 25 DDA realizada <i>antes de iniciar macollamiento</i> .....	69
<b>Anexo 18.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable Ancho de la Hoja, 25 DDA realizada <i>antes de iniciar macollamiento</i> .....	69
<b>Anexo 19.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Ancho de la Hoja, 17 DDA realizada en <i>primordio floral</i> .....	69
<b>Anexo 20.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable Ancho de la Hoja, 17 DDA realizada en <i>primordio floral</i> .....	70
<b>Anexo 21.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Altura de la Planta, 25 DDA realizada <i>antes de iniciar macollamiento</i> .....	70
<b>Anexo 22.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable Altura de la Planta, 25 DDA realizada <i>antes de iniciar macollamiento</i> .....	70
<b>Anexo 23.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Altura de la Planta, 17 DDA realizada en <i>primordio floral</i> .....	70
<b>Anexo 24.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable Altura de la Planta, 17 DDA realizada en <i>primordio floral</i> .....	71
<b>Anexo 25.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de macollamiento tomada en <i>máximo macollamiento</i> .....	71
<b>Anexo 26.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de macollamiento tomada en <i>máximo macollamiento</i> .....	71
<b>Anexo 27.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de longitud de la hoja bandera, 8 días antes de la cosecha.....	72
<b>Anexo 28.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de longitud de la hoja bandera, 8 días antes de la cosecha.....	72
<b>Anexo 29.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de longitud de la panícula, 8 días antes de la cosecha.....	72
<b>Anexo 30.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de longitud de la panícula, 8 días antes de la cosecha.	



<b>Anexo 31.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de granos por panícula, 8 días antes de la cosecha.....	73
<b>Anexo 32.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de granos por panícula, 8 días antes de la cosecha.....	73
<b>Anexo 33.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de granos efectivos por panícula, 8 días antes de la cosecha.....	73
<b>Anexo 34.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de granos efectivos por panícula, 8 días antes de la cosecha.....	74
<b>Anexo 35.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de % vaneamiento, 8 días antes de la cosecha.....	74
<b>Anexo 36.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de % vaneamiento, 8 días antes de la cosecha.....	74
<b>Anexo 37.</b> Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de rendimiento (bultos/Ha), estimado a partir del peso de los granos en un marco de 0,25 m <sup>2</sup> .....	75
<b>Anexo 38.</b> Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de rendimiento (bultos/Ha), estimado a partir del peso de los granos en un marco de 0,25 m <sup>2</sup> .....	75

## RESUMEN

En el municipio de San Carlos de Guaroa en la inspección palmeras se evaluó un paquete tecnológico con fungicidas de síntesis química en mezcla con un Fisioactivador sobre efecto de rendimientos y para evaluar enfermedades fúngicas en el cultivo de arroz como *Helminthosporium oryzae*, *Gaeumannomyces graminis*, *Sarocladium oryzae* y el complejo del manchado de grano. Se implementó un diseño de bloques completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones; un testigo absoluto, dos tratamientos propuestos UPL y un testigo comercial.

Los dos tratamientos propuesto UPL están conformados de la siguiente manera: *Fungicidas de síntesis química UPL*. Tres aplicaciones, cada aplicación con diferentes ingredientes activos, en tres momentos importantes dentro del desarrollo del cultivo. El primer momento de aplicación antes de iniciar macollamiento, el segundo momento de aplicación en primordio floral y el tercer momento de aplicación en prefloración. *Fisioactivador con fungicidas UPL*. Las mismas aplicaciones con los mismos ingredientes activos que en el Fungicidas de síntesis química UPL, pero adicional a los fungicidas en las aplicaciones antes de iniciar macollamiento y en primordio floral se agregó un Fisioactivador, con el fin de comprobar si la aplicación de este producto genera mayor producción en el cultivo en prefloración no se agregó Fisioactivador. *Testigo Comercial*. Manejo para enfermedades fungosas realizado por el agricultor con una aplicación en primordio floral y otra en prefloración, con los ingredientes activos propuestos por la finca. El agricultor no realizó aplicación preventiva antes de iniciar macollamiento ni hizo aplicaciones en mezcla con el Fisioactivador.

Las variables a evaluar fueron ancho de la lámina foliar (mm), altura de la planta (cm), macollamiento, longitud de la hoja bandera, longitud de la panícula, granos por panícula, granos efectivos por panícula, % vaneamiento, y rendimiento por hectárea, incidencia y severidad de *Helminthosporium oryzae*, *Sarocladium oryzae*, *Gaeumannomyces graminis*, y el complejo del manchado del grano. Los datos obtenidos se evaluaron mediante análisis de varianza (ANAVA) y prueba de comparación de medias de Duncan (5%).

Según el análisis estadístico la aplicación de los tratamientos propuestos UPL, Fisioactivador mas fungicidas UPL y Fungicidas de síntesis química UPL presentaron diferencias estadísticamente significativas en la incidencia de *Helminthosporium oryzae*, *Sarocladium oryzae*, *Gaeumannomyces graminis*, y el complejo del manchado del grano y en la severidad de *Gaeumannomyces graminis* y *Helminthosporium oryzae* comparado con el testigo absoluto y el tratamiento comercial propuesto por la finca. La aplicación del tratamiento Fisioactivador mas fungicidas UPL presento diferencias estadísticamente significativas sobre las variables de ancho de la hoja, altura de la planta y macollamiento comparado con el tratamiento Fungicidas de síntesis química UPL. El tratamiento Fisioactivador con fungicidas UPL y el tratamiento Fungicidas de síntesis química UPL

presentaron diferencias estadísticamente significativas sobre las variables de longitud de la hoja bandera, granos efectivos por panícula, y porcentaje de vaneamiento comparado con el testigo comercial.

## ABSTRAC

In the municipality of San Carlos de Guaroa in the palm inspection we were assessed a technology package fungicide chemical synthesis in admixture with a Fisioactivador on effect yields and to assess fungal diseases in rice cultivation as *Helminthosporium oryzae*, *Gaeumannomyces graminis*, *Sarocladium oryzae* and stained grain complex. design randomized complete block with four treatments and five repetitions was implemented; an absolute control, two proposed treatments UPL and commercial control.

The two proposed UPL treatments are formed as follows: Fungicides UPL chemical synthesis. Three applications, each application with different active ingredients, in three important moments in the development of the crop. The application first before starting tillering, the second moment of application in floral primordia and the third time of application at flowering. UPL Fisioactivador with fungicides. The same applications with the same active ingredients in the fungicides chemical synthesis UPL, but additional fungicide applications before starting tillering and floral primordia one Fisioactivador was added in order to ascertain whether the application of this product generated increased production in the crop at flowering Fisioactivador not added. Commercial witness. Management for fungal diseases by the farmer with an application in floral primordia and another in pre-flowering, with the active ingredients proposed by the farm. The farmer did not carry out preventive application before starting tillering or made applications in admixture with the Fisioactivador.

The variables evaluated were wide of the leaf blade, plant height, tillering, length of the flag leaf, panicle length, grains per panicle, effective grains per panicle, % vaneamiento, and performance by hectare incidence and severity of *Helminthosporium oryzae* oryzae *Sarocladium*, *Gaeumannomyces graminis*, and stained grain complex. The data obtained were evaluated by analysis of variance (ANOVA) and mean comparison test of Duncan (5%).

According to the statistical analysis, the application of the proposed treatments UPL, Fisioactivador more fungicides UPL and Fungicides chemical synthesis UPL statistically significant differences in the incidence of *Helminthosporium oryzae*, *Sarocladium oryzae*, *Gaeumannomyces graminis*, and the complex of grain discoloration and severity *Gaeumannomyces graminis* and *Helminthosporium oryzae* compared to the absolute control and commercial treatment proposed by the farm. The application of fungicides UPL Fisioactivador treatment more statistically significant differences on variables leaf width, plant height and tillering Fungicide treatment compared to chemical synthesis UPL. The UPL Fisioactivador fungicide treatment and treatment of chemical synthesis Fungicides UPL statistically significant differences on variables length of the flag leaf, effective grains per panicle, and percentage of vaneamiento compared to the commercial contro

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Justificación**

En Colombia el arroz es un cultivo de gran importancia, se estima que en el año 2014 se sembraron más de 438.000 hectáreas. Sin embargo es uno de los sectores agrícolas más susceptibles a entrar en crisis económica, aun cuando las estadísticas del DANE afirman que es uno de los sectores que tiene mayor importancia en el crecimiento económico del país.

Son muchas las variables que afectan el rendimiento en este tipo de cultivo. Entre ellas están las siguientes: Los efectos del cambio climático, la competitividad ante el mercado mundial, la no existencia de una norma que regule el precio de venta ante las industrias molineras, y por supuesto las problemáticas que conlleva el desarrollo del cultivo sobre todo lo correspondiente a fitosanidad.

Colombia ante el mercado mundial tiene desventajas político-comerciales, este sector económico se ve muy afectado por los Tratados de Libre Comercio, el precio de los insumos y además el precio de venta. Según Álvarez (2014), uno de los principales problemas para los arroceros es que las grandes molineras manejan el 85% del mercado, por lo cual deciden libremente a qué precio compran la materia prima.

El consumo de arroz varía entre 40 y 42 kg per cápita. Según datos de Fedearroz para el año 2014 se sembraron entre 420.00 y 450.000 hectáreas al año y se produjo entre 2 y 2.4 millones de toneladas anualmente. La gerente técnica de Fedearroz Patricia Guzmán (2014), asegura que a pesar del alto consumo, en los últimos cinco años el rendimiento de los cultivos de arroz en Colombia bajó una tonelada, es decir, luego de producir 6,2 toneladas por hectárea en el 2009 al 2014 se producen 5,3 toneladas por hectárea afectando la vida de muchos agricultores que dependen del cultivo de arroz. Édgar Torres, Líder del Programa de Arroz del CIAT (2014) aseguró que la baja producción de arroz en los últimos años es una problemática derivada de diferentes causas, la principal de ellas la variabilidad climática.

El Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT en conjunto con la Federación Nacional de Arroceros han venido desarrollando investigaciones para responder a los efectos del cambio climático que se han visto muy relacionados con los rendimientos de los cultivos y la aparición de enfermedades con gran incidencia que tienen gran connotación en la calidad y en la productividad del arroz. El gerente general de Fedearroz, Rafael Hernández Lozano (2103) en la revista Agencia de Noticias UN afirma que en el departamento del Meta la mala distribución de las lluvias y un inusual cambio de las temperaturas máximas, junto con altos niveles de humedad relativa, se encargaron de afectar la fisiología de la planta. Lo que propició la aparición de plagas y enfermedades que para algunos productores significó aumento en los costos de producción.

Por tales motivos se hace necesario desarrollar estrategias que le permitan al agricultor encontrar opciones para solucionar sus problemáticas y obtener una rentabilidad o utilidad en la cual pueda recuperar la inversión y mejorar su calidad de vida.

Hoy en día, fuera de contar con un material vegetal de alto rendimiento y certificado, del balance nutricional y manejo fitosanitario ideal, las plantas requieren ser fisioactivadas para lograr que expresen su máximo potencial y por ende buscar el beneficio económico en los agricultores.

Este trabajo pretende implementar un paquete tecnológico diferente a los convencionales como una alternativa para dar solución a la problemática nombrada anteriormente. La razón de éste trabajo es impactar positivamente los componentes de rendimiento del cultivo disminuyendo el efecto en la producción de las enfermedades.

## 1.2 Planteamiento del problema

La disminución de los rendimientos en el cultivo de arroz hace parte de la problemática actual en el sector, debido en gran parte al vaneamiento de los granos producto de varios factores. Disminuir el impacto mediante prácticas integrales de manejo de enfermedades, insectos plaga y arvenses permite mayor sanidad en el cultivo sumado a un sin número de prácticas culturales (Carranza, 2012).

El uso de fungicidas de alta calidad es vital en el control de enfermedades en cualquier cultivo ya que inciden en el rendimiento. Actualmente se presentan muchas enfermedades como el complejo de enfermedades que acelera el vaneamiento y manchado de los granos. De manera indirecta y en los estados iniciales de desarrollo el hongo *Gaeumannomyces graminis* conocida como la enfermedad de mancha naranja en arroz, presenta su ataque en la base de la planta e inicia su daño en etapas iniciales del cultivo, normalmente, los daños visibles de esta enfermedad se manifiestan en el máximo embuchamiento y en su mayoría solo después de la floración cuando el color naranja en media lámina foliar de la hoja bandera u hojas apicales se manifiesta y a su vez las manchas negras, muchas veces con un fuerte necrosamiento. Otra enfermedad que manifiesta sus síntomas de daño en etapas tardías, a pesar de causar daño desde etapas iniciales, es *Sarocladium oryzae*, enfermedad mucho más conocida que debe también ser manejada preventivamente. Hay otro grupo de enfermedades que afectan el follaje y el tallo del arroz, como son *Helminthosporium oryzae*, *Rhynchosporium oryzae*, *Rhizoctonia solani*, *Pyricularia grisea*, entre otras, que deben ser manejadas bajo esquemas de muestreo continuo (Carranza, 2012).

Todas estas enfermedades de manera directa o indirecta finalmente disminuyen la producción en el cultivo de arroz, disminuyendo el rendimiento por hectárea y aumentando los costos de producción, haciendo cada vez más complicada la situación para los arroceros, además de verse afectadas por las variaciones de temperatura, humedad relativa entre otras, a causa del cambio climático. Por tal motivo, se quiere comprobar si la

implementación del paquete tecnológico propuesto, disminuye la incidencia de enfermedades como la mancha naranja *Gaeumannomyces graminis*, *Rhizoctonia solani*, *Sarocladium oryzae*. y el complejo de hongo de la macha del grano y por supuesto el impacto en la productividad por hectárea.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

- ❖ Determinar el efecto de la aplicación de un Fisioactivador y cuatro fungicidas de síntesis química sobre el rendimiento y la respuesta fitosanitaria a enfermedades fungosas del cultivo de arroz variedad Fedearroz 68.

### **2.2 Objetivos específicos**

- ❖ Establecer si el tratamiento con fungicidas de síntesis química en mezcla con un Fisioactivador muestra ventajas sobre el rendimiento por hectárea, y algunas variables de crecimiento como la altura de la planta, ancho de la hoja y número de macollas.
- ❖ Determinar si hay menor incidencia y severidad de enfermedades fungosas en el cultivo del arroz con un manejo fitosanitario que conste de una aplicación preventiva de fungicida antes de iniciar macollamiento, una aplicación para hoja y otra aplicación para espiga.
- ❖ Evaluar la incidencia y severidad de las enfermedades que se presenten y los componentes de rendimiento como número de macollas, número de macollas efectivas, longitud de la panícula, % vaneamiento, granos por panícula y rendimiento.



### **3. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **3.1 Contexto del cultivo de arroz**

El arroz es un cultivo cuya base productiva conjuga trabajo, tierra y agua. Dada la situación actual de esos recursos en el mundo, ni Asia, ni África parecen dar garantías para producir la totalidad de la demanda mundial de arroz, necesaria para alimentar a más de 7,000 millones de personas. Considerando que el arroz, provee más de la mitad del alimento diario a una tercera parte de la población mundial especialmente en Asia, donde se encuentra el 58% de dicha población y se consume más del 90% de todo el arroz producido en el mundo. El arroz es el único cereal importante que se destina casi exclusivamente a la alimentación humana. Sus virtudes como alimento son numerosas: Es rico en vitaminas y en sales minerales que cubren en un alto porcentaje las necesidades alimenticias del ser humano. Es de bajo contenido graso (1%), libre de colesterol y muy bajo en sodio (DICTA, 2003).

En el mundo se producen cuatro clases de arroz: el indica, que es de grano largo y delgado, contribuye con un 87% de la producción mundial y se cultiva principalmente en los países tropicales, en regiones subtropicales del centro y el sur de China, en el sur y en el sudeste asiático y en el sur de los Estados Unidos; el japónica, cuyo grano es de forma redonda, aporta cerca del 11% de la oferta global y crece en los climas templados de Japón, Corea, Taiwán, el norte y el centro norte de China, Australia, el Mediterráneo, el norte del Brasil, Uruguay y California; el aromático, que incluye los basmati de la India y Pakistán, los Jasmine de Tailandia y otras variedades menos conocidas; y los glutinosos que se usan en postres, comidas ceremoniales y platos dulces y que son exportados por Tailandia. Estas dos últimas clases sólo participan con cerca de un 2% de la producción mundial (PBEST Asesores, 1998).

El 77% de la producción mundial de arroz se concentra en 6 países del continente asiático: China, India, Indonesia, Bangladesh, Vietnam y Tailandia. Las exportaciones del cereal ascienden a un porcentaje relativamente bajo del consumo aparente mundial (alrededor del 7%) y el 69% de las mismas se concentra en 4 países: Tailandia (27%), India (18%), Vietnam (12%) y Estados Unidos (12%) (Acevedo y Martínez, 2005).

La agroindustria arrocería en Colombia se muestra como un sector importante para el país, dado que representa el 1,8% de la producción manufacturera nacional y el 6,8% de la industria alimentaria del país; es en extensión el tercer producto después del café y el maíz, a pesar de que las condiciones geográficas de Colombia no son las más adecuadas para el cultivo de arroz. El sector arrocería en Colombia se divide en cinco zonas, de acuerdo con las principales características agroecológicas: Bajo Cauca, Centro, Llanos Orientales, Santanderes y Costa Norte (Martínez y Acevedo, 2005).

El Centro y los Llanos son las zonas más productoras de arroz con el 34% cada una, seguida por el Bajo Cauca con el 17% del área, la Costa Norte con el 9% y los Santanderes con el 6%. Respecto a la Zona Centro, el Tolima representa 70% del área cultivada. Sin embargo, en el primer semestre, la zona con mayor área en cultivo es los Llanos con el 43% del total nacional y en el segundo semestre el Centro que cultiva el 45% (Censo Arrocero, 1999). Este comportamiento obedece a que en los Llanos la producción de arroz se realiza sin riego y por lo tanto es dependiente del régimen de lluvias que se presenta en este semestre y, en consecuencia, es en ese lapso donde más área se destina a la producción. Mientras que en la Zona Centro cuyo cultivo se realiza principalmente con riego, el área permanece más o menos constante en los dos semestres (Acevedo y Martínez, 2005).

El productor de arroz, como cualquier otro productor de granos básicos u otros cultivos, tiene que considerar la producción agrícola, como una actividad empresarial, es decir efectuar una inversión, recuperar esa inversión, deducir los otros gastos incurridos y además obtener una utilidad, que le permita que la actividad le sea rentable y ser exitoso, productivo, competitivo y sostenible en la actividad (DICTA, 2003).

En el 2009 en los Llanos Orientales hubo un incremento del 29% del área arrocera sembrada; alcanzó las 180. 917 hectáreas que comparada con el área del primer semestre del año 2008 de 140.055, representa un incremento de 40.862 hectáreas. El mayor crecimiento de área se presentó en el Meta con 23. 800 hectáreas, de las cuales 5.239 corresponden al sistema de riego y 18.561 al sistema de arroz de secano. En el Casanare se sembraron en este mismo periodo 76.926 hectáreas, 16. 419 más que el año pasado. El 99% del incremento en estos dos departamentos se hizo dentro del sistema de arroz de secano (Censo Arrocero, 2009).

### **3.2 Taxonomía del arroz**

Clasificación taxonómica. (Linneo, 1753). La taxonomía de Linneo o taxonomía linneana clasifica a los seres vivos en diferentes niveles jerárquicos, comenzando originalmente por el de Reino.

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden :	Poales
Familia:	Poacea
Subfamilia:	Erhartoidea
Tribu:	Orizeae
Género:	Oriza
Especie:	sativa

### **3.3 Fenología del cultivo**

#### **3.3.1 Fase vegetativa**

De la germinación de la semilla a la iniciación de la panícula (Fernández y Vergara, 1985). Se caracteriza por un activo macollamiento, un gradual incremento de la altura de las plantas, y la emergencia de las hojas a intervalos regulares. Las macollas que no desarrollaron una panícula se llaman macollas infértiles (CIAT, 1980).

#### **3.3.2 Fase reproductiva**

De la iniciación de la panícula a floración (Fernández y Vergara, 1985). Se caracteriza por un declinamiento del número de macollas, la emergencia de la hoja bandera, el engrosamiento del tallo por el crecimiento interno de la panícula, la emergencia de la panícula (ocurre unos a 20-25 días luego de la diferenciación del primordio floral), y la floración (antesis) (CIAT, 1980).

La meiosis puede estimarse que ocurre cuando la lígula de la hoja bandera y la de la hoja inmediatamente inferior están en el mismo nivel o posición 0. La antesis ocurre en general un día después de la emergencia de la panoja. Agronómicamente, se define a la emergencia cuando el 50% de las panojas han emergido al exterior de la vaina (Olmos, 2006).

La antesis ocurre durante la mañana y mediodía cuando hay mayor temperatura y la fertilización de las flores se completa dentro de las 6 horas. Dentro de una misma panoja se necesitan unos 7-10 días para que todas las espiguillas completen la antesis. Las espiguillas superiores son las primeras en florecer (CIAT, 1980).

#### **3.3.3 Fase de maduración**

De floración a madurez total. También se le denomina como llenado de grano y maduración (Fernández y Vergara, 1985). Se caracteriza por la senescencia de las hojas, y el llenado de los granos en las panículas (CIAT, 1980).

El período de maduración de los granos varía entre 15-40 días dependiendo de la temperatura. Se inicia luego que el ovario ha sido fertilizado y el grano de arroz comienza a crecer. En este periodo el grano incrementa de tamaño y peso, y el almidón y azúcares se traslocan desde las vainas, hoja bandera, y vástagos donde fueron acumulados en la fase vegetativa (Olmos, 2006).

### **3.4 Etapas de desarrollo del arroz**

#### **3.4.1 Germinación o emergencia**

De la siembra a la aparición de la primera hoja a través del coleóptilo. La siembra usualmente se efectúa después de remojar e incubar las semillas por períodos sucesivos de 24 horas. En la pre-germinación las semillas absorben agua, se hinchan, comienzan el metabolismo de sus reservas de almidón y proteína y se inicia el crecimiento del embrión. La tasa de respiración es alta durante este período (Fernández y Vergara, 1985).

Durante esta etapa se produce hinchamiento de la carióspside, ruptura de la envoltura externa, aparición de la punta del coleóptilo, emergencia del mesocótilo y desarrollo de la primera hoja cilíndrica, formación de la raíz primaria, de forma simultánea con el crecimiento del coleóptilo, y formación de las raíces secundarias. (Franquet y Borrás 2004).

#### **3.4.2 Plántula**

De la emergencia hasta justo antes de aparecer la primera macolla. Durante esta etapa, cuatro hojas emergen totalmente y la primera hoja muere al octavo día, la plántula comienza a fotosintetizar sus propios requerimientos de energía y a absorber nutrientes y a ser independiente de la semilla. De aquí en adelante la incrementación de materia seca en la plántula incrementa más rápidamente (Fernández y Vergara, 1985).

#### **3.4.3 Macollamiento**

Transcurridos 20-30 días desde la siembra, la plántula comienza la diferenciación de los tallos secundarios o de macollamiento a partir de las yemas laterales, situadas en la base del tallo primario, en la axila de las hojas. El fenómeno se repite en los tallos nuevos, dando lugar a la formación de tallos de tercer orden. La intensidad y la fecha de inicio del macollamiento dependen de muchos factores relacionados con las características genéticas de la variedad cultivada, con las condiciones climáticas y edáficas del lugar de cultivo y con las técnicas agrícolas empleadas (Franquet y Borrás, 2004).

En variedades tempranas el número máximo de hijos se alcanza casi simultáneamente con la iniciación de la panícula o ligeramente después, pero en variedades tardías puede presidir la elongación del tallo y la iniciación de la panícula (Fernández y Vergara, 1985).

#### 3.4.4 Elongación del tallo.

Desde el momento que el cuarto entrenudo del tallo principal este por debajo de la inflorescencia, comienza a hacerse notable en longitud. Ésta elongación coincide con el desarrollo de la inflorescencia y ocurre en los cuatro entrenudos debajo de la panícula. En arrozcs fotosintéticos y tempranos los entrenudos debajo del cuarto nunca se elongan (Fernández y Vergara, 1985).

#### 3.4.5 Iniciación de la panícula

La diferenciación del meristemo en el punto de crecimiento, inicia el primordio de la panícula (o diferenciación del nudo-cuello) y marca el final de la fase vegetativa y el comienzo de la fase reproductiva. Esta se traslapa con la elongación y el estado máximo de macollamiento en variedades semi-enanas y tempranas. El primordio de la panícula no es aún visible en este momento, solo viene a ser visible once días más tarde en el extremo del punto de crecimiento, como una estructura cónica plumosa de 0.5 a 1.5 mm de longitud la cual marca el final de la etapa.

Durante el período entre la diferenciación del nudo del cuello y los primordios de las espiguillas se determina el número potencial de granos localizados en la panícula. En este momento es cuando el rendimiento se afecta más severamente por condiciones adversas. La hoja número 12 emerge totalmente y en este momento en el tallo principal de 36 las primeras 5 hojas han muerto. (Fernández y Vergara, 1985).

#### 3.4.6 Desarrollo de la panícula

Desde cuando la panícula diferenciada es visible hasta cuando la punta de ella está justo debajo del cuello de la hoja bandera. En variedades tempranas el desarrollo de la panícula sucede al mismo tiempo que la elongación del tallo.

Cuando la panícula alcanza una longitud de 5 cm comienza la diferenciación de las espiguillas. En esta etapa del primordio se diferencian las espiguillas, las cuales forman con el raquis la inflorescencia, que crece dentro de la vaina de la hoja bandera causando el abultamiento llamado comúnmente “embuchamiento” 5E. Esta etapa es muy crítica debido a que durante la diferenciación de las espiguillas el número total de grano por panícula es determinado. En este momento condiciones ambientales desfavorables afectan el rendimiento al reducir el número de espiguillas diferenciadas y fértiles.

La última hoja u hoja bandera, crece durante la etapa hasta casi emerger totalmente. Cuando el cuello de la hoja bandera y la precedente están al mismo nivel, está ocurriendo la meiosis en la florecillas de la mitad de la panícula. En este estado las temperaturas frías prolongadas pueden causar esterilidad de las flores (Fernández y Vergara, 1985).

#### 3.4.7 Floración

El espigado, o emergencia de la panícula, es simultáneo con la antesis y la floración de las flores situadas en el ápice de la panícula, de hecho las dos fases se confunden. La apertura de las glumillas de la flor se denomina “floración”. El número de días transcurridos entre la germinación y la floración es un carácter varietal, lo mismo que el tiempo que la flor permanece abierta, generalmente en correlación positiva con el período de tiempo que separa la floración de la maduración. La duración de estas fases, aun dependiendo de factores genéticos, resulta variable, estando, para cualquier variedad, condicionada por la sensibilidad específica al fotoperíodo y al termo-período y por las condiciones de nutrición en las que la planta se cultiva (Franquet y Borrás, 2004).

#### 3.4.8 Grano lechoso

Después de la fertilización de las flores, los carbohidratos almacenados son traslocados rápidamente de los tallos y otras partes de la planta; mucho más son fotosintetizados y se mueven rápidamente para llenar el grano con un líquido lechoso. A los cinco días después de la antesis, los granos son todavía de un color verde y la panícula cuando se sostiene vertical se dobla en arco a 90° por el peso de los granos llenos en el tercio superior (Fernández y Vergara, 1985).

#### 3.4.9 Grano pastoso

La consistencia del grano cambia primero a pastosa suave y luego se endurece en cerca de quince días; el color cambia a verdoso amarillento. La panícula dobla su punta en arco de 180° y las ramas de la mitad del raquis a 90° formando un arco en su punta, debido a que sus granos incrementan en peso. La hoja se marchita y solo dos permanecen en cada macolla. La planta alcanza un máximo en materia seca y alrededor de la mitad de ésta se encuentra en el grano al final de esta etapa (Fernández y Vergara, 1985).

#### 3.4.10 Grano maduro

A los 30 días después de la floración, los granos alcanzan el estado de madurez con el trópico cálido; en áreas más frescas el proceso se retarda con ganancia en el llenado y peso de los granos. La planta entera está fisiológicamente madura, cuando el 90% de los granos han madurado y muestran un color amarillo pajizo. Algunas espiguillas nunca se llenan y pueden permanecer de color verde. Las dos hojas remanentes en todos los tallos están marchitas, aunque en algunas variedades permanecen de color verde pálido. La panícula se dobla a 180° y se apoya adelante en el nudo del cuello. Las más del raquis en la mitad de la panícula tienden a separarse y se cuelgan debido al peso de los granos. La producción de

materia seca ha cesado y puede presentarse una ligera disminución, lo cual se acentúa al sobremadurar el grano por la dehiscencia del mismo. En la planta aún pueden permanecer algunos hijos que no desarrollaron, son los hijos no válidos (Fernández y Vergara, 1985).

### 3.5 Variedad Fedearroz 68

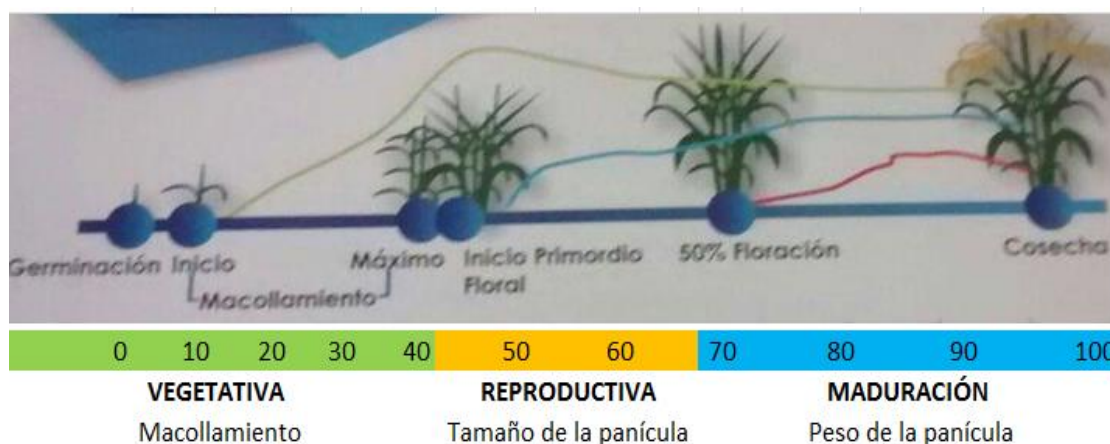
La variedad F68 es un material vegetal nuevo en el mercado, se caracteriza por ser una variedad precoz con un ciclo de vida de 110 días, tiene un crecimiento inicial rápido el cual está ligado a una adecuada preabonada. Se recomienda para siembra en surco entre 100 y 150 Kg/ha de semilla certificada y para siembra al voleo entre 160 – 180 Kg/ha de semilla certificada. Usar densidades bajas de semilla en lotes bajos y en lotes altos evitar densidades mayores a 180 Kg/ha. Se recomienda tratar la semilla con *Trichoderma sp.*, con el fin de reducir la incidencia de enfermedades como *Rhizoctonia solani*. En zonas endémicas con insectos del suelo: como el Cucarro (*Eutheola bidentata*) y Marranita (*Gryllotalpa hexadactyla*) es deseable tratar la semilla con insecticidas a base de imidacloprid o Fipronil en las dosis recomendadas por el fabricante (Fedearroz, 2015).

#### 3.5.1 Fenología

Crecimiento inicial rápido, el cual está ligado a una adecuada preabonada y un manejo temprano de malezas. Su macollamiento es intermedio, en lotes bajos se debe usar densidades de semillas bajas y en lotes altos evitar densidades superiores a 180 kg/ha, adicionalmente se debe preabonar y realizar abonamientos tempranos, evitando retrasos en la fertilización para asegurar el mayor macollamiento posible (Fedearroz, 2015).

Es resistente a retraso de cosecha, esto es una característica fundamental que pretende la aceptación de los agricultores. Las variedades susceptibles tienden a presentar fisuras en los granos cuando estos, una vez alcanzada la humedad óptima de cosecha, son rehidratados. Si la cosecha no se hace oportunamente y el grano se humedece nuevamente (por la lluvia inesperada), habrá una disminución considerable de granos enteros, y por ende, del rendimiento. En un material resistencia al retraso de cosecha, la reducción en el rendimiento del grano entero puede ser entre 0 y 20%; en un material susceptible; en cambio, la reducción puede llegar a ser mayor que el 50% (Berrio, 2002).

Tiene un rango óptimo de cosecha entre 22-24%. La expresión de las etapas de desarrollo puede cambiar en la época húmeda (abril-octubre) y época seca (noviembre-marzo) en los Llanos Orientales. La presencia de aristas en el grano puede incrementar bajo condiciones de altas temperaturas (Fedearroz, 2015).



**Figura No 1.** Fenología Var. F 68, Fedearroz, 2014.

### 3.5.2 Manejo fitosanitario

En cuanto a sanidad vegetal es una variedad tolerante a *Pyricularia griseae*, Virus de Hoja Blanca y es susceptible a *Rhizoctonia solani*. Bajo las condiciones de manejo recomendadas no se presentan problemas fitosanitarios; no obstante, esta condición debe revisarse durante el ciclo del cultivo de acuerdo al monitoreo sanitario (Fedearroz, 2015).

### 3.5.3 Manejo nutricional

Es necesario ajustar las siguientes recomendaciones de fertilización a cada lote y al resultado del análisis de suelos. Los micronutrientes, Ca, Mg y S aplicarlos de acuerdo con el análisis de suelos. Elementos menores incorporarlos al momento de la siembra, y los secundarios fraccionados en la fase vegetativa. El plan de fertilización debe estar basado en el análisis de suelo y en la oferta ambiental (Fedearroz, 2015).

## 3.6 Enfermedades del cultivo de arroz

### 3.6.1 Añublo de la vaina

Es actualmente una de las principales enfermedades del arroz. En los últimos años en Colombia ha ocasionado una disminución en los rendimientos hasta de un 40% en variedades como Oryzica 1, donde el peso de los granos baja drásticamente (Santamaría, 2010).



**3.6.1.1 Agente causal.** El añublo de la vaina es causado principalmente por el hongo *Rhizoctonia solani* Khun, que pertenece al orden Agonomycetes. Su estado perfecto se conoce como *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk. Se ha reportado la existencia de más de siete tipos culturales y más de seis razas fisiológicas. Entre los patógenos más relacionados con la producción de síntomas del genero *Rhizoctonia* se encuentran: *R. solani*, *R. oryzae*, *R. oryzae-sativae*, y las especies *Sclerotium oryzae* y *S. hydrophilum*; a veces varios de estos patógenos atacan a una misma planta (Santamaría, 2010).

Para diferenciar las especies que se presentan se utiliza la morfología de los esclerocios: en *R. solani* son de color negro a marrón, de forma redondo o irregular, de mayor tamaño que los de otras especies, aparecen sobre la superficie del tejido afectado, y pueden desprenderse fácilmente. *R. oryzae-sativae* produce esclerocios de color salmón dentro de las células del tejido de la vaina y toman la forma cilíndrica de las células, pero tienden a ser circulares al salir de ella. Son de menor tamaño que los de *R. solani*. Los esclerocios producidos por *S. oryzae* son redondos, de color negro y se encuentran en gran cantidad, dentro del tejido infectado (Pantoja, 1997)

**3.6.1.2 Epidemiología.** La siembra de variedades susceptibles, alto contenido de nitrógeno en la fertilización y siembras densas propician una alta incidencia y severidad de la enfermedad. El inóculo principal son los esclerocios que se producen sobre lesiones en hojas y tallos, sobreviven en el suelo y residuos de cosecha y se diseminan durante la preparación del suelo y, más tarde, con el agua de riego. Floran en el agua y dan inicio a la enfermedad al entrar en contacto con los tallos de plantas, ocasionando grandes daños en condiciones de alta temperatura (28-32°C) y de alta humedad relativa (más del 96%) (Santamaría, 2010).

**3.6.1.3 Sintomatología.** El patógeno produce síntomas iniciales sobre las vainas y luego en las hojas de la base del tallo, que se manifiestan casi siempre cuando hay más macollamiento. Las lesiones típicas son de forma elíptica e irregular, de 2 a 3 cm de longitud, de color verde grisáceo; con un centro blanco grisáceo y márgenes de color café rojizo y pueden juntarse causando la muerte de las hojas superiores y el acame de las plantas. Su presencia en el campo se manifiesta por la existencia de parches irregulares dentro del cultivo (Santamaría, 2010).

### 3.6.2 Pudrición de la vaina

El organismo causal se clasificó inicialmente como *Acrocyldrum oryzae*. Actualmente se conoce como *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. (Ou, 1985 citado por Guzmán, 1997).

3.6.2.1 *Agente causal.* El hongo causante es *Sarocladium oryzae* tiene un micelio blanco y conidióforos ramificados. Estos se forman a partir de micelio ligeramente engrosado en cuyas puntas emergen las conidias que son hialinas, cilíndricas, unicelulares y se producen consecutivamente. Con el tiempo el micelio se torna de color salmón (Santamaría, 2010).

3.6.2.2 *Epidemiología.* La intensidad de la enfermedad está muy relacionada con agentes entomológicos, como el ácaro *Stenotarsonemus spinki*, que produce esterilidad en la panícula. También se asocian a ella algunos desequilibrios nutricionales como el incremento en la dosis de K, que reduce la incidencia, mientras que es mayor cuando hay un alto contenido de N (Santamaría, 2010).

3.6.2.3 *Sintomatología.* Esta enfermedad ocasiona la pudrición de la vaina de la hoja bandera, lo que impide o restringe la emergencia de la panícula. Los síntomas se empiezan en la vaina, cerca del nivel del agua, con manchas oblongas o irregulares de color café grisáceo, que frecuentemente se alargan y se juntan; en ocasiones, llegan a cubrir totalmente la vaina de la hoja, apareciendo pequeños esclerocios negros en sus partes interna y externa. El hongo penetra por los estomas o por heridas y, en ocasiones, atraviesa el tejido de la vaina. Las plantas son más susceptibles desde el macollamiento hasta el estado lechoso del grano: una infección en este periodo de desarrollo causa una reducción notable del rendimiento (Santamaría, 2010).

### 3.6.3 Mancha naranja

Se enfatizó que el característico color anaranjado asociado a *Gaeumannomyces graminis* var. *Graminis* aparece después de la etapa de embuchamiento, razón por la cual se debe ser cuidadoso en no interpretar erróneamente anaranjamientos presentados en la planta en etapas más tempranas del ciclo del cultivo, para lo cual es bien importante que los agricultores tengan asistente técnico.

3.6.3.1 *Agente causal.* El agente causal es el hongo *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis*). Se conoce también bajo los siguientes nombres: *Ophiobolus graminis* Sacc. Y otras especies de los géneros *Gaeumannomyces*, *Ophiobolus* y *Sphaeria*. Dentro de esta especie, actualmente se incluyen tres variedades: *graminis*, *avenae* y *tritici*, todas ellas con un rango de huéspedes en gramíneas con solapamientos (Barnett, 1985).

**3.6.3.2 Epidemiología.** El inoculo sobrevive como micelio saprofita en raíces podridas y en la base de tallos infectados subsistiendo mientras duren los residuos de cosecha; así, en suelos de pH bajo, en los que la actividad microbológica es débil, la descomposición es lenta y la supervivencia del micelio larga (2-3 años); por lo mismo la supervivencia es corta en pH alcalinos; también puede sobrevivir sobre gramíneas silvestres. La infección por ascosporas puede darse pero probablemente carece de importancia en la extensión de la enfermedad debido a la competencia con otros microorganismos de la rizósfera, del mismo modo no parece que las fialosporas tenga un papel en la infección en campo. Los primeros ataques se deben al micelio saprofita, que probablemente se estimule con exudados de raíces jóvenes sensibles, la progresión posterior del hongo de raíz a raíz varía según la naturaleza del suelo. La diseminación del inoculo desde un campo afectado a otro es posible por el suelo y residuos extendidos por prácticas agrícolas; debido a su precocidad, un campo afectado de mal del pie puede cosecharse antes que los sanos por tanto ser fuente de contaminación para otros (Smith, 1988).

Entre los muchos factores que afectan el desarrollo del “mal del pie” probablemente los microorganismos del suelo tengan importancia máxima, en suelo estéril su desarrollo es siempre importante y cuando los microorganismos del suelo se destruyen en parte por un contenido de calcio demasiado elevado, o tras la supresión de malas hierbas, los daños son importantes. Las deficiencias en nitrógeno, fósforo, o potasio aumentan la gravedad de la enfermedad, sin embargo un contenido en nitrógeno demasiado alto también es malo y N amoniacal es mejor que N nítrico, de hecho cuando las plantas tienen una nutrición adecuada el mal del pie es menos grave, del mismo modo una sobre utilización de herbicidas contra malas hierbas y gramíneas favorecen el mal del pie, igual que la estructura del suelo, suelos compactos aumentan la presencia de la enfermedad. En general la densidad del inoculo disminuye rápidamente si se introduce un cultivo de leguminosas o crucíferas (Smith, 1988).

**3.6.3.3 Sintomatología.** El síntoma típico de esta patología es la presencia de una lesión de forma irregular y coloración oscura en la vaina de la hoja, en la base de los tallos, a la altura de la lámina de agua. En los predios afectados, suele observarse una maduración prematura de la planta e incluso la muerte de las macollas secundarias, dependiendo de la fase de desarrollo de la planta en que se produzca la infección. Es común, que los síntomas antes descritos, se confundan con los del añublo de la vaina causado por *Rhizoctonia solani* (Ospina, 2007). Una vez se presenta la lesión en la vaina de la hoja, ésta se extiende por la misma de manera ascendente causando un anaranjamiento que alcanza la lámina de la hoja afectada. En los estadios iniciales de infección, puede observarse un micelio café oscuro en la cara interna de las vainas de las hojas afectadas (Whitney, 1990).

Las plantas enfermas en estado de maduración muestran una decoloración marrón que se inicia a la altura de la lámina de agua y se extiende en las vainas y láminas de las hojas restantes. En este punto, se hacen visibles los peritecios como puntos negros inmersos en el tejido enfermo en la zona donde se produjo la infección inicial. *Gaeumannomyces graminis* ha sido observado en diferentes malezas del grupo de las gramíneas como: *Leptochloa sp.*, *Cynodon sp.*, *Chloris sp.*, *Pennisetum sp.*, *Stenotaphrum sp.*, *Triticum sp.* y *Axonopus sp.*, las cuales pueden constituirse como hospederos alternativos para el patógeno en el cultivo de arroz (Prabhu, Filippi y Silva, 2004). De la misma manera, se ha determinado que este hongo sobrevive en residuos de cosecha y puede ser diseminado por el agua o el viento (Ospina, 2007).

#### 3.6.4 Mancha parda

Puede atacar tanto a plántulas como plantas adultas, siendo más común en estas últimas.

**3.6.4.1 Agente causal.** Es el hongo *Bipolaris oryzae*, que en estado conidial se conoce como *Helminthosporium oryzae*. Las primeras infecciones se dan a menudo en los estados iniciales de la planta, pero esto depende de las condiciones ambientales. Los ciclos de infección suelen continuar en el cultivo mientras haya tejido verde, y en condiciones normales va aumentando la intensidad de la enfermedad hasta la cosecha.

**3.6.4.2 Epidemiología.** Esta enfermedad se asocia con suelos deficientes en nutrimentos, o con suelos reducidos donde se acumulan muchas sustancias tóxicas. La enfermedad es más severa en aquellas plantas que crecen en suelos con deficiencias de silicio, potasio, magnesio, hierro y zinc. El ácido sulfúrico, los compuestos férricos y algunos ácidos orgánicos que se encuentran en el suelo, dañan las raíces del arroz, reduciendo la tasa de absorción mineral y por consiguiente, aumentando la severidad de la enfermedad (Castaño, 1985).

**3.6.4.3 Síntomas.** Afecta los tallos, las hojas, las semillas; observándose manchas pardas que al extenderse se tornan de color café, lesiones de forma ovalada y circular con un halo externo de color amarillo en hojas.

### 3.6.5 Complejo mancha del grano

Ocupa un lugar muy significativo en la problemática fitopatológica de este rubro, debido a que la actividad de tales microorganismos reduce la viabilidad y rendimiento de la semilla certificada, particularmente.

*3.6.5.1 Agente causal.* Es un complejo fungoso y bacteriano, en donde encontramos microorganismos de los siguientes generos: *Alternaria*, *Helmintosporium*, *Léptosphaena*, *Fusarium*, *Curvularia*, *Nigrospora*, *Erwinia*, *Cercospora* y *Sarocladium*; pueden actuar individualmente o en asocio.

*3.6.5.2 Epidemiología.* El Manchado de grano se encuentra asociado con períodos lluviosos, humedad relativa alta, condiciones de secano y suelos infértiles. La nutrición, aunque frecuentemente no es reconocida, ha sido siempre un componente primario en el control de enfermedades. La nutrición de una planta determina en gran parte su resistencia o susceptibilidad a enfermedades, ya que afecta las estructuras o propiedades histológicas o morfológicas que aceleran o retardan la patogénesis, o la virulencia y habilidad de los patógenos para sobrevivir (Huber, 1981). De los nutrimentos de las plantas, el potasio desempeña la función más importante en la sanidad de ellas. Han sido más las enfermedades de las plantas retardadas en su aparición, o desarrollo, por el potasio que por cualquier otro elemento (Zapata, 1998).

*3.6.5.3 Síntomas.* El manchado puede aparecer externamente sobre las glumas o internamente sobre los granos o en ambos al mismo tiempo. Sobre las glumas, los síntomas varían dependiendo del organismo involucrado y del grado de infección; algunas veces se pueden observar manchas negras causadas por los cuerpos fructíferos u otras estructuras del hongo. En otros casos se presentan áreas de color marrón, las cuales pueden cubrir parcial o totalmente las glumas. Los granos internamente y algunas veces externamente se observan manchados entre colores marrón y negro (Corpoica, Nataima, 1997).

## 3.7 Fungicidas de síntesis química

### 3.7.1 Grupo Químico: Estrobirulina

Son derivados naturales del ácido  $\beta$ - metoxiacrílico producidos por varias especies de hongos. Estos compuestos son relevantes por poseer distintas actividades biológicas, como antifúngicas, antivirales y antitumorales. Su modo de acción consiste en inhibir la

respiración mitocondrial de los hongos a través del bloqueo de la transferencia de electrones entre el mitocondrio b y el citocromo c.

Ingrediente Activo: Azoxystrobin

### 3.7.2 Grupo Químico: Triazol

Refiere tanto a un par de compuestos químicos isoméricos con la fórmula molecular  $C_2H_3N_3$ , con 5 miembros de anillo de dos átomos de carbono y tres átomos de nitrógeno. Su modo de acción consiste en interferir en la biosíntesis de la membrana celular del hongo mediante la inhibición de la síntesis de ergosterol de los hongos, quedando limitado su crecimiento y esporulación.

- Ingrediente Activo: Tebuconazole
- Ingrediente Activo: Flutriafol
- Ingrediente Activo: Triadimefon
- Ingrediente Activo: Propiconazole
- Ingrediente Activo: Difenoconazole

### 3.7.3 Grupo Químico: Benzimidazol

Son hidrocarburos aromáticos y heterocíclicos, caracterizados por la fusión de benceno e imidazol. El compuesto benzimidazol más prominente en la naturaleza es el *N*-ribosil-dimetilbenzimidazol, que sirve como ligando axial del cobalto en la vitamina B12. Su modo de acción consiste en afectar los micro-túbulos durante el proceso de la mitosis afectando el crecimiento micelio y la división celular en los hongos patógenos.

Ingrediente Activo: Carbendazim

### 3.7.4 Grupo Químico: Ditiocarbamato

Es un grupo funcional en química orgánica. Es el análogo de un carbamato, en el que ambos átomos de oxígeno son reemplazados por átomos de azufre. Su modo de acción consiste en inducir la inhibición enzimática múltiple, inhibe respiración, inactiva grupos sulfidrilos (-SH) desnaturaliza enzimas, afecta ciclo Krebs, impide formación de ATP, afecta lípidos de la membrana. Es un fungicida Multisitio, Inhibe la germinación de las esporas y la formación del tubo germinativo sobre la superficie de la hoja; no afecta crecimiento de micelio ni esporulación.

Ingrediente Activo: Mancozeb

### **3.8 Fertilizantes orgánicos**

Es un activador de los procesos metabólicos de las plantas, que mejora el desempeño de la misma. Es de origen orgánico, a base de extracto de plantas y está enriquecido con potasio. Permite de una manera ambientalmente impactar positivamente las etapas de diferenciación del cultivo obteniéndose mayores rendimientos y calidad en la producción agrícola. Actúa como modificador de suelos, activador de fertilizantes, quelatante, estimulante de crecimiento, entre otros.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1 Ambiente experimental**

La fase experimental se realizó en la inspección Palmeras, en el municipio de San Carlos de Guaroa, Meta. Con una temperatura promedio de 28°C, humedad relativa entre el 70 y 85%, precipitaciones de 4000 mm/año.

### **4.2 Diseño experimental**

En el ensayo se empleó un diseño de bloques completamente al azar DBCA, con cuatro tratamientos y 5 repeticiones.

Tratamiento 1. Testigo Absoluto

Tratamiento 2. Fungicidas de síntesis química UPL

Se realizaron 3 aplicaciones, cada aplicación con diferentes ingredientes activos, en tres momentos importantes dentro del desarrollo del cultivo. El primer momento de aplicación fue antes de iniciar macollamiento, con el fin de realizar una aplicación química preventiva para hongos en estados iniciales de desarrollo del arroz. El segundo momento de aplicación, fue en primordio floral y el tercer momento de aplicación fue en prefloración.

Tratamiento 3. Fisioactivador con fungicidas UPL

Se hicieron las mismas aplicaciones con los mismos ingredientes activos que en el tratamiento 2 (Fungicidas de síntesis química UPL), pero adicional a los fungicidas en la primera aplicación (antes de iniciar macollamiento) y en la segunda aplicación (primordio floral) se agregó un Fisioactivador, con el fin de comprobar si la aplicación de este producto genera mayor producción en el cultivo. En la tercera aplicación en prefloración no se agregó Fisioactivador.

Tratamiento 4. Testigo Comercial

Se realizó el mismo manejo para enfermedades fungosas realizado por el agricultor que consiste en una aplicación en primordio floral y una segunda aplicación en prefloración, con los ingredientes activos propuestos por la finca. El agricultor no realizó aplicación preventiva antes de iniciar macollamiento ni hizo aplicaciones en mezcla con el Fisioactivador.



Tratamiento	Momento de Aplicación								
	Antes de iniciar Macollamiento 12 DDE			Primordio Floral 50 DDE			Prefloración 60 DDE		
	Compuesto	I. Activo	D/Ha	Compuesto	I. Activo	D/Ha	Compuesto	I. Activo	D/Ha
1. Testigo Absoluto	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. Fungicidas de síntesis química UPL	Glory 75 WG	Azoxytrobín y Mancozeb	1,5 L	Optix 28 SC	Azoxytrobín y Tebuconazole	0,7 L	Peleo 70 WG	Flutriafol y Carbendazim	200 gr
							Manzate 200 WG	Mancozeb	2,5 Kg
3. Fisioactivador con fungicidas UPL	All Green	Extracto de plantas	0,5 L	All Green	Extracto de plantas	0,5 L	Peleo 70 WG	Flutriafol y Carbendazim	200 gr
	Glory 75 WG	Azoxytrobín y Mancozeb	1,5 L	Optix 28 SC	Azoxytrobín y Tebuconazole	0,7 L	Manzate 200 WG	Mancozeb	2,5 Kg
4. Testigo Comercial	No hay aplicación Preventiva			Triadimefon 250 Kyo 250 EC	Triadimefon Propiconazole	0,5 L 0,5 L	Amistar top	Azoxytrobín y Difeconazole	0,4 L

**Tabla No 1.** Descripción de los tratamientos y momentos de aplicación.

### 4.3 Variables

#### 4.3.1 Independientes

- ❖ Tipo de Suelo
- ❖ Época de siembra
- ❖ Densidad de siembra

#### 4.3.2 Dependientes

- ❖ Incidencia de enfermedades
- ❖ Severidad de enfermedades
- ❖ Número de macollas
- ❖ Número de panículas
- ❖ % Vaneamiento
- ❖ Rendimiento
- ❖ Longitud de panícula
- ❖ % Panículas efectivas
- ❖ Altura de la planta
- ❖ Ancho de lámina foliar

#### 4.3.3 Intervinientes

- ❖ Variedad
- ❖ Condiciones climatológicas
- ❖ Insectos plaga
- ❖ Nutrición

#### 4.4 Evaluación de enfermedades

Se registró la información básica, es decir, el tamaño de la muestra, etapa de crecimiento del cultivo, órganos o plantas individuales, periodicidad de muestreo y fecha.

El monitoreo de enfermedades se realizaron en los 3 principales estados de desarrollo de la planta; macollamiento, embuchamiento y floración a maduración y se utilizaran las escalas de evaluación que se describirán más adelante.

No se debe tomar muestras de los bordes de las parcelas, para evitar la preferencia personal por las plantas o tejidos con mayor enfermedad y hacer un muestreo de un número determinado de plantas.

##### 4.4.1 *Helminthosporium oryzae*

En cada repetición se tomaron 3 puntos de muestreo al azar, y en cada punto se evaluaron 5 plantas, para un total de 15 plantas evaluadas por repetición.

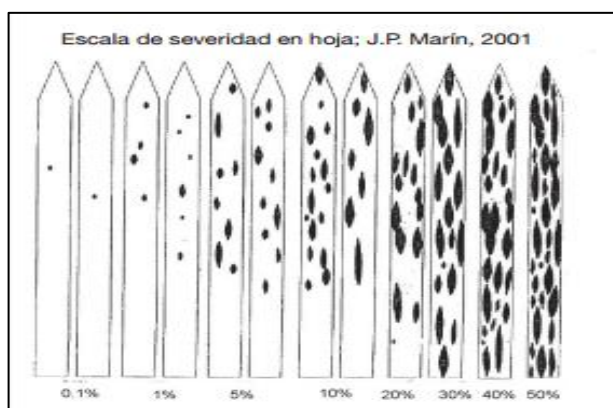
Se realizaron dos lecturas, la lectura No. 1, 25 días después de la aplicación realizada antes de iniciar macollamiento y la lectura No. 2, 17 días después de la aplicación realizada en *primordio floral*.

La incidencia se midió como número de plantas afectadas sobre el número de plantas evaluadas.

Teniendo en cuenta los síntomas se identificó la enfermedad presente y de acuerdo al % de área foliar afectada se asignó el grado de severidad correspondiente (Ver Tabla No. 2 y Fig. No. 2).

Grado	Nivel de Lesión
0	Ninguna lesión visible
1	Menos del 1%
3	1 al 5%
5	6 al 25%
7	26 al 50%
9	51 al 100%

**Tabla No 2.** Escala de severidad para enfermedades foliares, Sistema de evaluación estandar para Arroz IRRI.



**Figura No 2.** Escala diagramáticas para enfermedades foliares, J.P Marín.

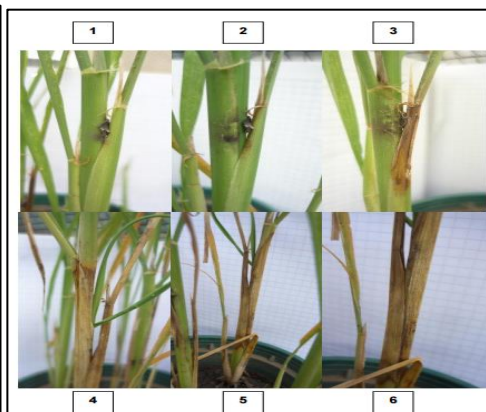
#### 4.4.2 *Gaeummanomyces graminis*

En cada repetición, en 3 puntos diferentes se hizo un muestreo destructivo de 5 tallos por punto, para un total de 15 macollas evaluadas por repetición.

Se realizó una lectura 21 días después de la aplicación realizada en prefloración. La incidencia se midió en número de tallos afectados sobre número de tallos evaluados.

De acuerdo al estado de la enfermedad presente en cada tallo, se asignó un grado de severidad teniendo en cuenta la escala diagramática propuesta por Salazar, 2014.

GRADO	DESCRIPCION DEL DAÑO
1	Comienza la aparición del micelio del hongo de color gris verdoso, hifas delgadas, que se asemejan a raíces diminutas que empiezan a crecer en tallo de la planta, que pasan casi imperceptibles al ojo humano.
2	El micelio se empieza a ver a simple vista y adquiere una tonalidad más oscura y avanza envolviendo el tallo de la planta
3	El micelio del hongo ya ha envuelto la totalidad el tallo de la planta y empieza a la vaina de la hoja a tomar una coloración café clara.
4	La base del tallo adquiere un color café oscuro con pequeñas vetas negras.
5	En la base del tallo la lesión se encuentra en los primeros 5 a 10 cm del suelo, la base del tallo se empieza a debilitar y se empiezan a evidenciar muerte de macollos
6	La base del tallo está completamente de color café oscuro y negro, la planta en su base está totalmente blanda se empiezan a observar gran cantidad de micelio.



**Tabla No 3.** Escala de severidad para *Gaeumanomyces*, Salazar.

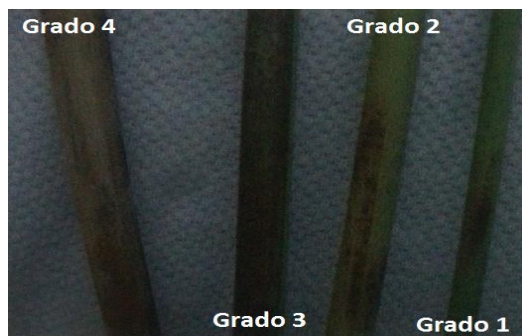
**Figura No 3.** Escala diagramática para *Gaeumanomyces*, Salazar.

#### 4.4.3 *Sarocladium oryzae*

En cada repetición, en 3 puntos diferentes se hizo un muestreo destructivo de 5 tallos por punto, para un total de 15 macollas evaluadas por repetición.

Se realizó una lectura 21 días después de la aplicación realizada en prefloración. La incidencia se midió en número de tallos afectados sobre número de tallos evaluados.

De acuerdo al estado de la enfermedad presente en cada tallo, se asignó un grado de severidad. (Ver Fig. No. 4)



**Figura No. 4.** Escaramática para *Sarocladium*.

#### 4.4.4 Complejo del Manchado del Grano

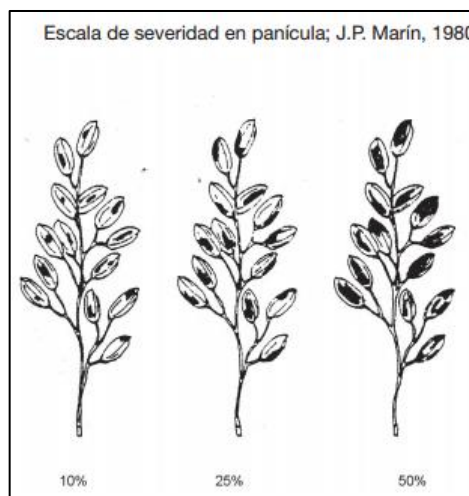
En cada repetición, en 3 puntos diferentes se hizo un muestreo destructivo de 5 macollas efectivas por punto, para un total de 15 macollas evaluadas por repetición.

Se realizó una lectura 15 días antes de la cosecha. La incidencia se midió en número de espiguillas afectadas por panícula sobre número de espiguillas totales por panícula.

Se procedió a contar el número de granos totales por panícula y el número de granos con manchado por panícula, se calculó el porcentaje de granos manchados y de acuerdo a esto se asignó el grado de severidad.. (Ver Tabla No. 4)

Grado	Nivel de Lesión
0	Ninguna lesión visible
1	10%
2	25%
3	50%

**Tabla No 4.** Escala de severidad para enfermedades en la espiga, J.P Marín.



**Figura No 5.** Escala diagramática para enfermedades en la espiga, J.P Marín.

#### 4.5 Evaluación de las variables de crecimiento

Las variables de crecimiento que fueron medidas son altura, ancho de la lámina foliar y número de macollas.

##### 4.5.1 Ancho de la Hoja

En cada repetición se tomaron 3 puntos al azar, y en cada punto 5 plantas. A cada planta se le midió el ancho de la lámina foliar (mm) de la penúltima hoja emergida.

Se tomaron 2 lecturas; la primera 25 días después de la aplicación realizada *antes de iniciar macollamiento* y la segunda 17 días después de la aplicación realizada en *primordio floral*.

#### 4.5.2 Altura de la Planta

En cada repetición se tomaron 3 puntos al azar, y en cada punto 5 plantas. A cada planta se le midió la altura (cm).

Se tomaron 2 lecturas; la primera 25 días después de la aplicación realizada *antes de iniciar macollamiento* y la segunda 17 días después de la aplicación realizada en *primordio floral*.

#### 4.5.3 Macollamiento

En cada repetición se tomaron 3 puntos al azar, y en cada punto 5 plantas. En cada planta se contó cuantas macollas produjo.

La lectura se realizó en el momento de máximo *macollamiento*, alrededor de los 40 días después de emergencia. 29 días después de la aplicación realizada *antes de iniciar macollamiento* y 8 días antes de la aplicación realizada en *primordio floral*.

### 4.6 Evaluación de las variables de rendimiento

Las variables de rendimiento que serán evaluadas son: Longitud de la hoja bandera, longitud de la panícula, granos por panícula, granos efectivos por panícula, % vaneamiento y rendimiento.

En cada repetición se tomaron 15 espigas con la hoja bandera al azar, 8 días antes de la cosecha y se midió la longitud de la hoja bandera (cm), longitud de la panícula (cm), el número de granos por panícula, el número de granos vanos y manchados por panícula.

Los granos efectivos por panícula fue igual al total de granos menos los vanos y manchados.

El % de vaneamiento se midió de acuerdo al total de granos vanos por panícula sobre granos totales por panícula multiplicado por 100.

Para evaluar el rendimiento por hectárea, se cosecharon las espigas que estaban dentro de un marco de 50 cm x 50 cm, se tomó el peso de los granos de cada cuadro en cada repetición, y se hizo la relación peso de los granos cosechados en 0,25 m<sup>2</sup> al equivalente en 10.000m<sup>2</sup>.

La toma de datos se realizó 8 días antes de la cosecha.

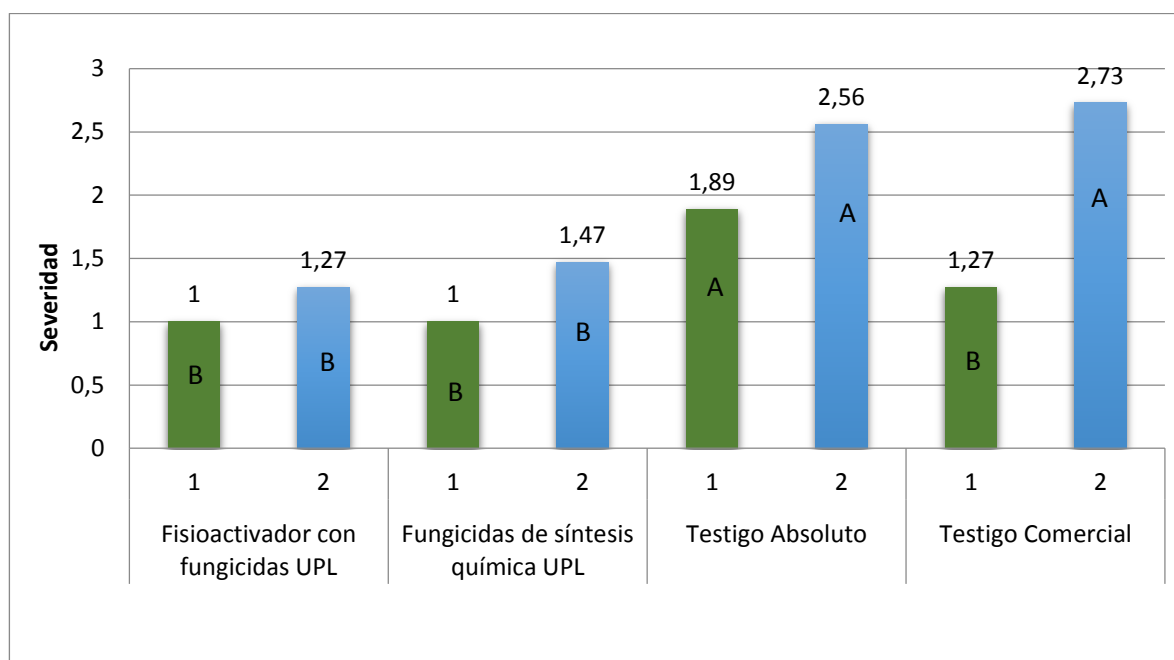
### 4.7 Análisis estadístico

Se tomaran los datos obtenidos de la medición de las variables y se analizaran con un análisis de varianza (ANAVA) y una prueba de comparación de medias de Duncan (5%).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 *Helminthosporium oryzae*.

El análisis de varianza correspondiente a la severidad de *helminthosporium* muestra que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en la lectura 1 - 25 días después de la aplicación realizada antes de iniciar macollamiento con un p-valor = 0,0017 y en la lectura 2 – 17 días después de la aplicación realizada en primordio floral con un p-valor = 0,0001 (Ver anexo 1 y 3).



**Figura No. 6** Severidad de *Helminthosporium graminis* en la Lec 1, 25 DDA realizada antes de iniciar macollamiento y de la Lec 2, 17 DDA realizada en primordio floral

Según el test de Duncan la severidad de *helminthosporium* entre los diferentes tratamientos se comportó de la siguiente manera; Para la lectura 1- 25 días después de la aplicación realizada antes de iniciar macollamiento los tratamientos Fisioactivador con fungicidas UPL, Fungicidas de síntesis química UPL y el Testigo comercial fueron estadísticamente iguales, y el testigo absoluto se comportó estadísticamente diferente con la severidad más alta entre los tratamientos que corresponde a una media de 1,89. Los mejores tratamientos fueron Fisioactivador con fungicidas UPL y Fungicidas de síntesis química UPL con un valor promedio de 1 es decir, los dos tratamientos propuestos por UPL presentaron las medias de severidad más bajas.

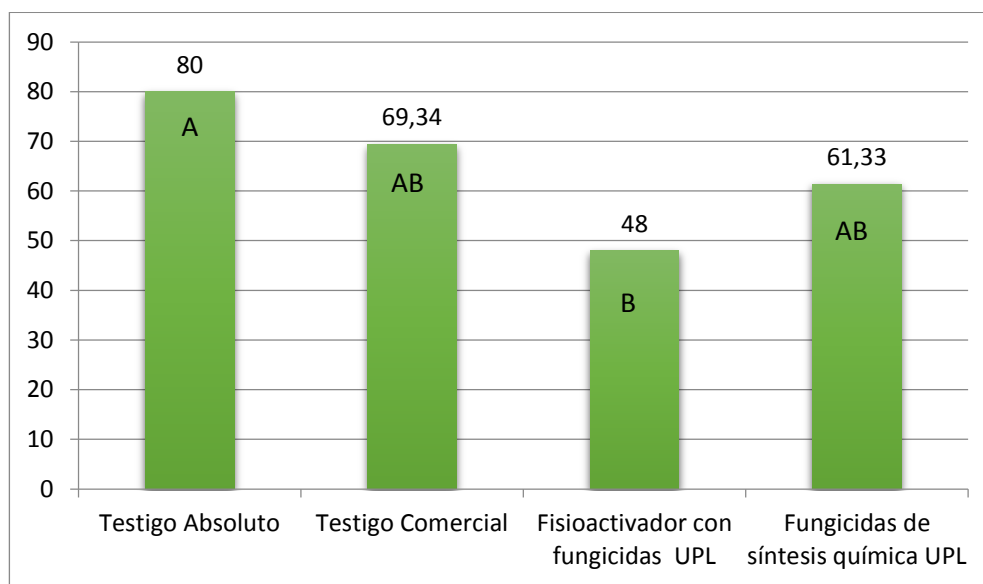
Para la lectura 2 – 17 días después de la aplicación realizada en primordio floral el test de Duncan mostro que los tratamientos Fisioactivador con fungicidas UPL y Fungicidas de síntesis química UPL se comportaron estadísticamente igual, y que fueron los mejores

tratamientos por tener los valores promedios de severidad más bajos, correspondientes a 1,27 y 1,47 respectivamente. El testigo comercial y el testigo absoluto se comportaron igual entre ellos, pero estadísticamente diferentes a los dos tratamientos UPL con valores promedio 2,73 y 2,56 respectivamente (Ver Fig. 6).

## 5.2 *Sarocladium oryzae*

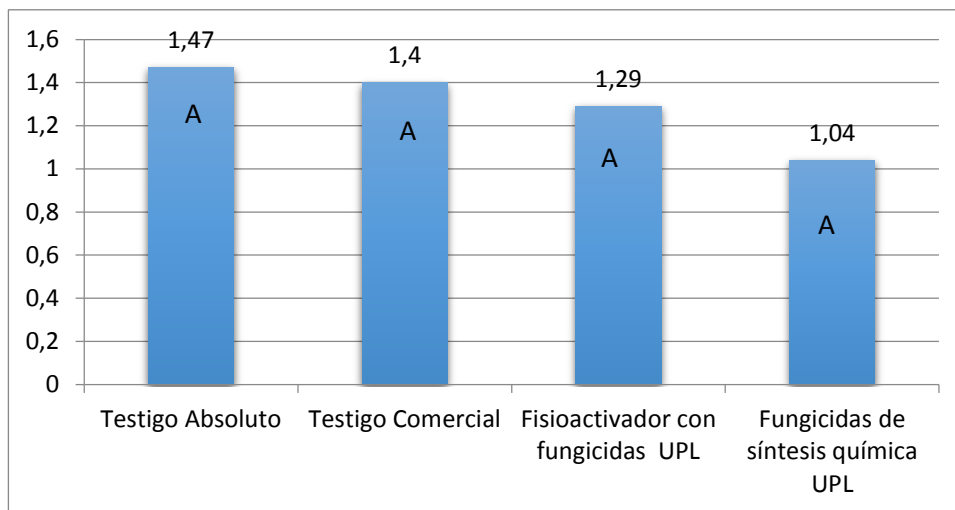
El análisis de varianza correspondiente a la incidencia de *Sarocladium oryzae* muestra que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con un p-valor = 0,038 (Ver anexo 5).

Según el test de Duncan el mejor tratamiento fue Fisioactivador con fungicidas UPL, con un valor promedio de 48% de incidencia, le siguen el tratamiento Fungicidas de síntesis química - Med. 61,33 y el Testigo comercial – Med. 69,34. El testigo absoluto con respecto a los demás tratamientos se comportó estadísticamente diferente con un valor promedio de 80% de incidencia. El mejor tratamiento Fisioactivador con fungicidas UPL tuvo 21,3% de incidencia menos que el testigo comercial.



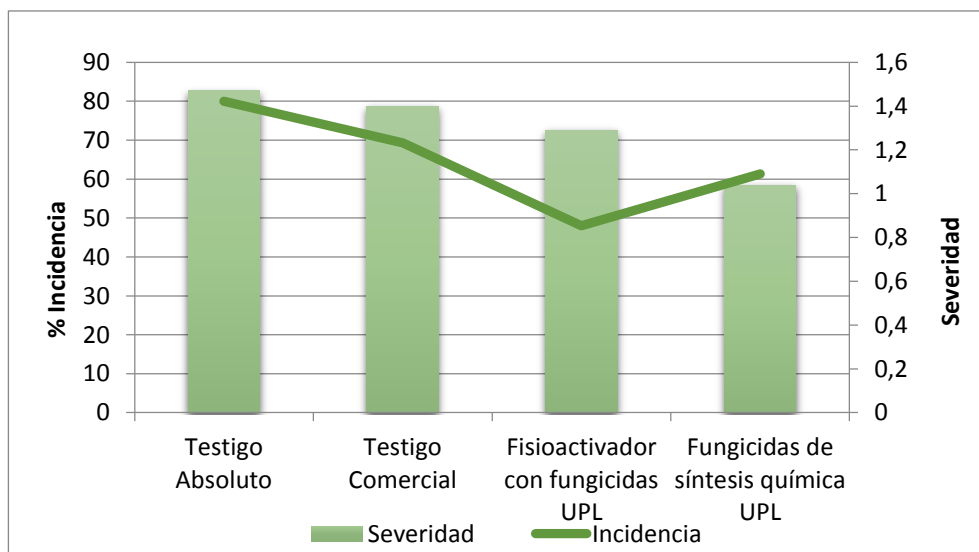
**Figura No. 7** Incidencia de *Sarocladium oryzae*, 21 DDA realizada prefloración.

El análisis de varianza correspondiente a la severidad de *Sarocladium oryzae* muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con un p-valor = 0,285 (Ver anexo 7).



**Figura No. 8** Severidad de *Sarocladium oryzae*, 21 DDA realizada prefloración.

En la Fig 9. Se observa que los tratamientos UPL tuvieron la incidencia y la severidad de *Sarocladium* más baja entre los tratamientos, mientras que el testigo comercial y el testigo absoluto tuvieron la incidencia y severidad más alta entre los tratamientos.



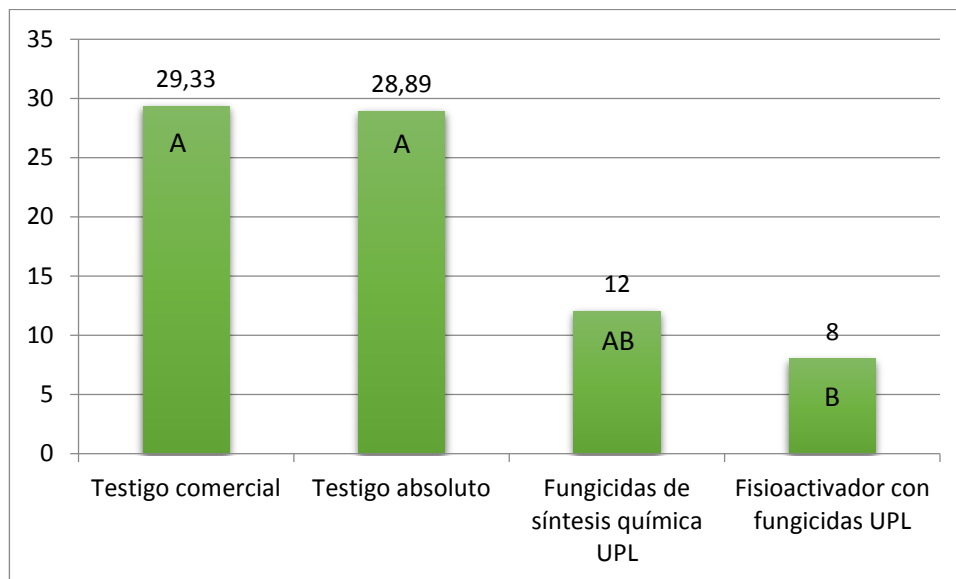
**Figura No. 9** Comportamiento de incidencia y severidad de *Sarocladium oryzae*, 21 DDA realizada prefloración.

### 5.3 *Gaeumannomyces graminis*

El análisis de varianza correspondiente a la incidencia de *Gaeumannomyces graminis* mostro que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con un p-valor = 0,037 (Ver anexo 9).



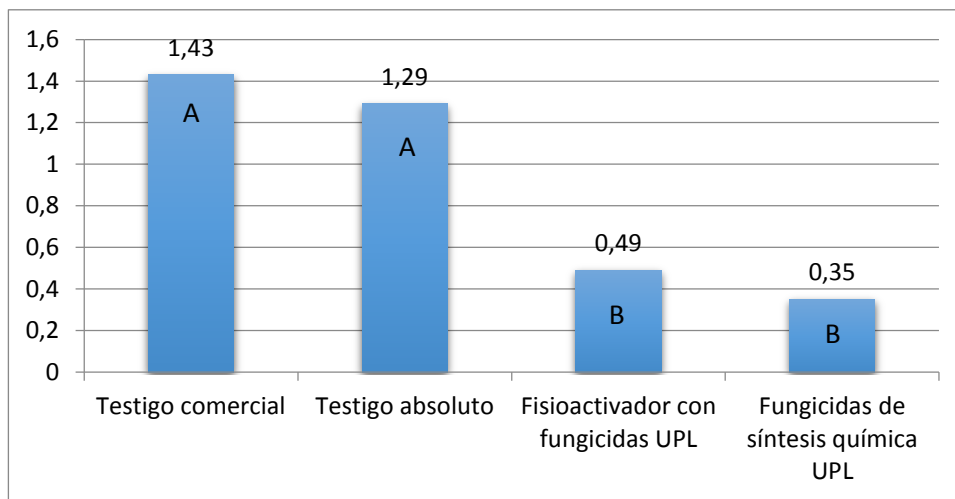
El test de Duncan mostro que el mejor tratamiento fue Fisioactivador con fungicidas UPL, seguido de Fungicidas de síntesis química UPL con valores promedio de 8% y 12% de incidencia. El testigo absoluto y el testigo comercial se comportaron estadísticamente igual entre ellos con valores promedio de 28,89% y 29,33% respectivamente, y estadísticamente diferentes a los tratamientos UPL. El tratamiento Fisioactivador con fungicidas UPL tuvo 21,33% menos de incidencia de *Gaeumannomyces graminis* que el Testigo Comercial.



**Figura No. 10** Incidencia de *Gaeumannomyces graminis*, 21 DDA realizada prefloración.

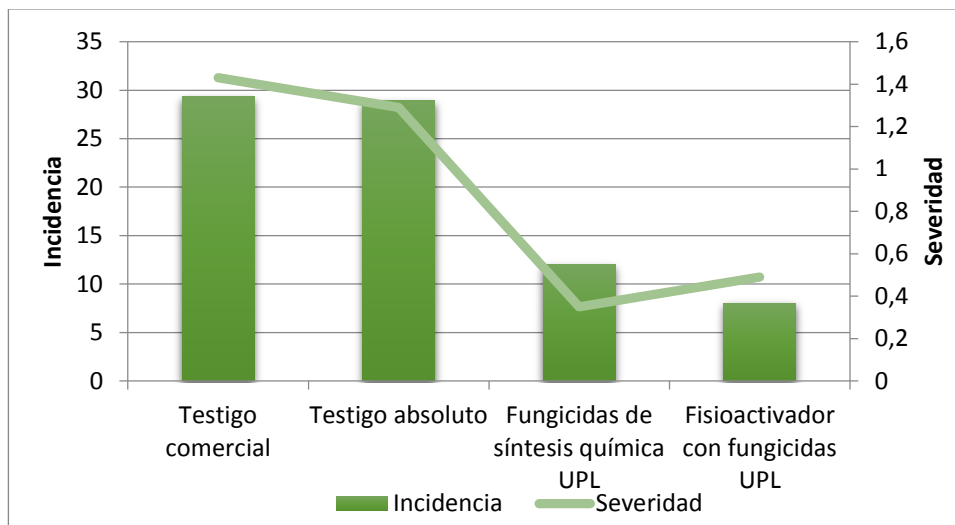
El análisis de varianza correspondiente a la severidad de *Gaeumannomyces graminis* mostro que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con un p-valor = 0,0002 (Ver anexo 11).

De acuerdo al test de Duncan los tratamientos que tuvieron las severidades más bajas y se comportaron estadísticamente igual entre ellos fueron Fungicidas de síntesis química UPL y Fisioactivador con fungicidas UPL, con valores promedio de 0,35 y 0,49 respectivamente. El testigo comercial y el testigo absoluto tuvieron las severidades más altas de *Gaeumannomyces* con el mismo valor de significancia entre ellos y estadísticamente diferente de los tratamientos UPL.



**Figura No. 11** Severidad de *Gaeumannomyces graminis*, 21 DDA realizada prefloración.

En la Fig 12. Se observa que los tratamientos UPL tuvieron la incidencia y la severidad de *Gaeumannomyces* más baja entre los tratamientos, mientras que el testigo comercial y el testigo absoluto tuvieron la incidencia y severidad más alta entre los tratamientos.

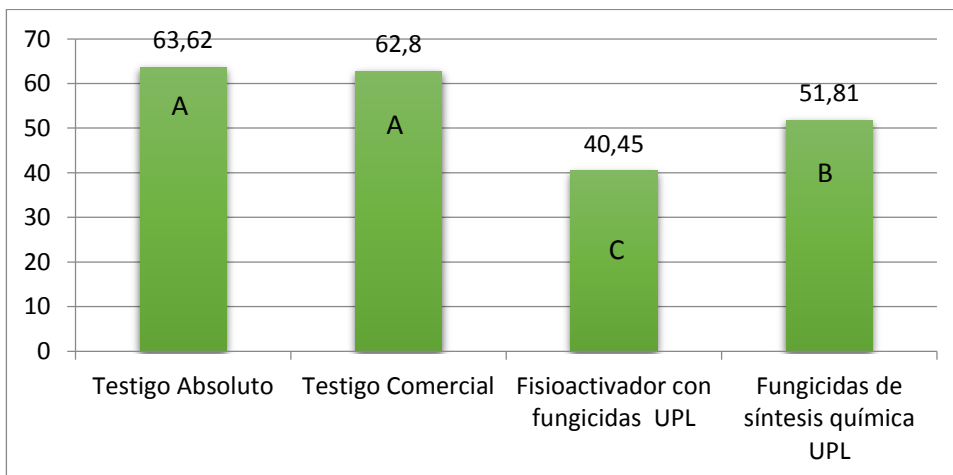


**Figura No. 12** Comportamiento de incidencia y severidad de *Gaeumannomyces graminis*, 21 DDA realizada prefloración

#### 5.4 Complejo del manchado del grano

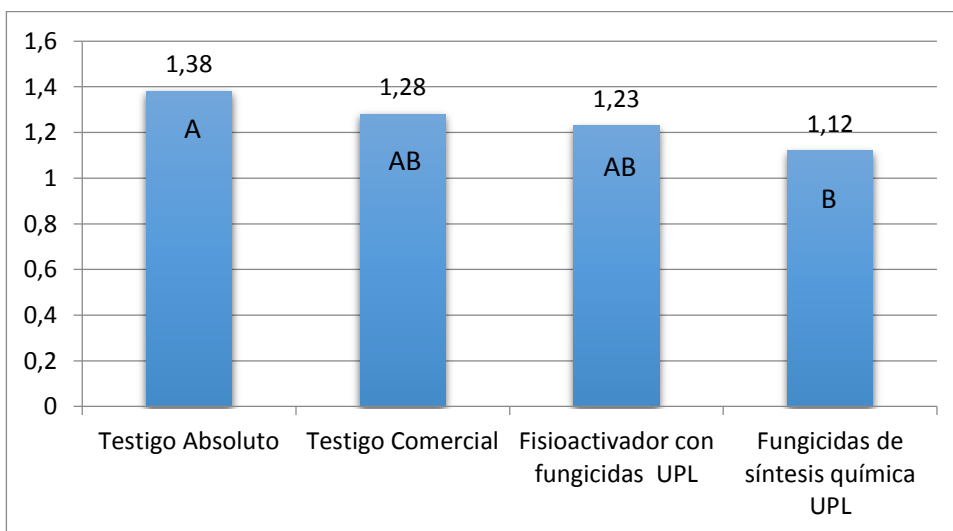
El análisis de varianza correspondiente a la incidencia del Complejo del manchado del grano mostro que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con un p-valor = 0,0001 (Ver anexo 13).

La incidencia del manchado del grano de acuerdo al test de Duncan mostro que el mejor tratamiento fue Fisiactivador con fungicidas UPL con un valor promedio de 40,45%. El tratamiento Fungicidas de síntesis química UPL se comportó estadísticamente diferente al resto de los tratamientos con un valor promedio de 51,81%. El testigo absoluto y el testigo comercial se comportaron igual entre ellos y diferente a los demás tratamientos con valores promedio de 63,62% y 62,8% respectivamente. El tratamiento Fisiactivador con fungicidas UPL tuvo un 22,35% menos incidencia que el testigo comercial.

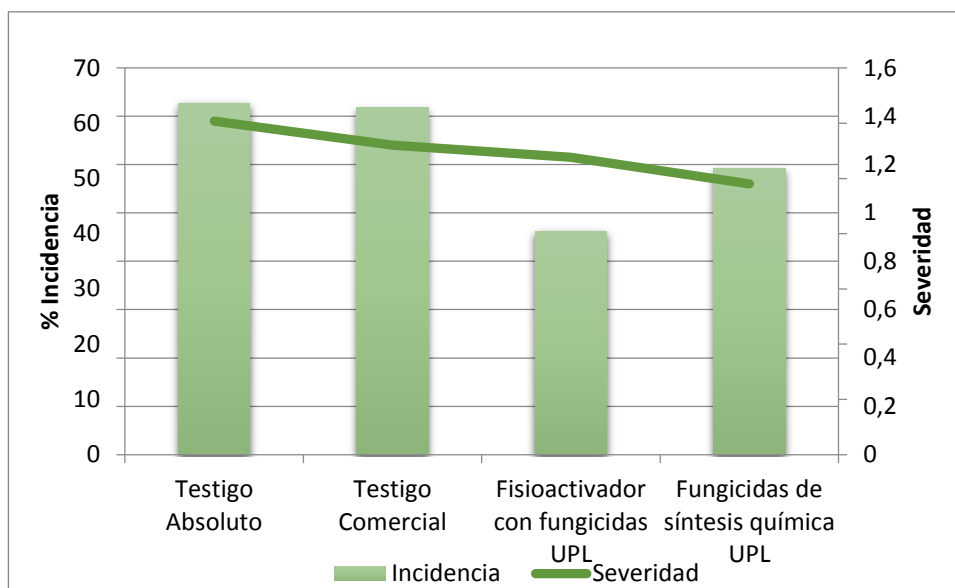


**Figura No. 13** Incidencia de Complejo del manchado del grano, 8 días antes de la cosecha

El análisis de varianza correspondiente a la severidad del Complejo del manchado del grano mostro que no hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con un p-valor = 0,0586 (Ver anexo 15).



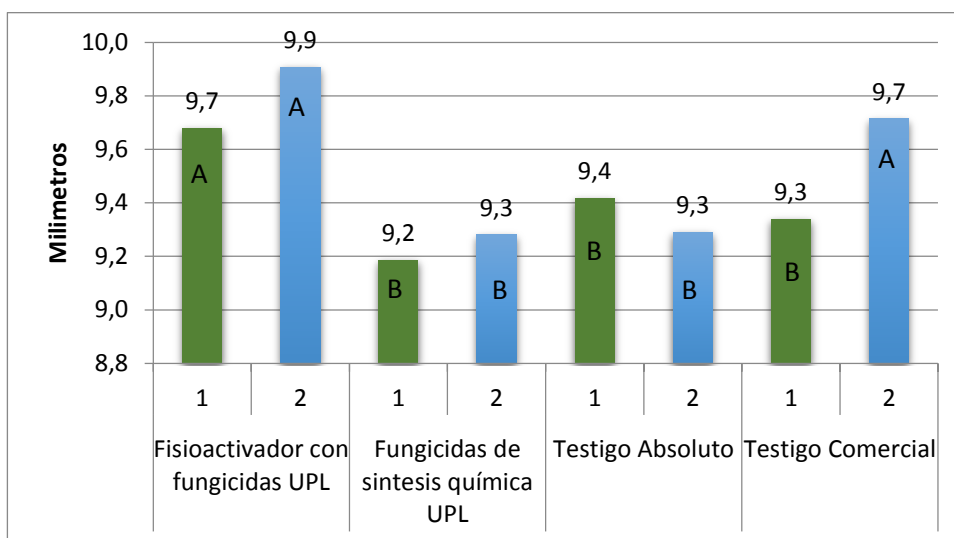
**Figura No. 14** Severidad de Complejo del manchado del grano, 8 días antes de la cosecha



**Figura No. 15** Comportamiento de incidencia y severidad del Complejo del manchado del Grano, 8 días antes de la cosecha.

### 5.5 Ancho de la Lámina foliar

El análisis de varianza correspondiente al ancho de la hoja mostro que hay diferencias estadísticamente significativas; la lectura 1 – 25 días después de la aplicación realizada antes de iniciar macollamiento con un p-valor = 0,0194 y para la lectura 2 – 17 días después de la aplicación realizada en primordio floral un p-valor = 0,0009 (Ver anexo 17 y 19).



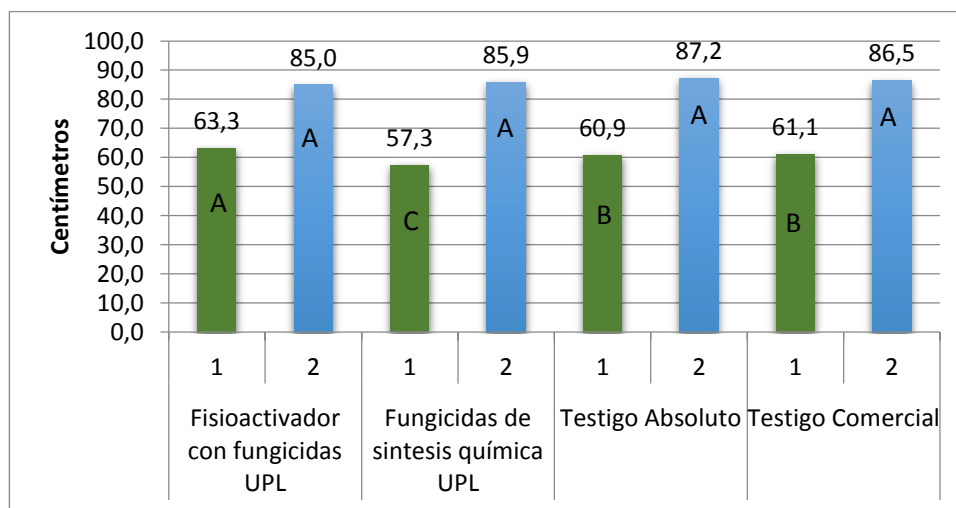
**Figura No. 16** Ancho de la Hoja en la Lec 1, 25 DDA realizada antes de iniciar macollamiento y de la Lec 2, 17 DDA realizada en primordio floral.

De acuerdo al test de Duncan en la lectura 1 – 25 días después de la aplicación realizada antes de iniciar macollamiento, el mejor tratamiento fue Fisioactivador con fungicidas UPL con un valor promedio de 9,7 mm en el ancho de la lámina foliar de la penúltima hoja emergida. El testigo absoluto, el testigo comercial y tratamiento Fungicidas de síntesis química UPL se comportaron igual entre ellos, pero estadísticamente diferentes al tratamiento Fisioactivador con fungicidas UPL con valores promedios de 9,4 – 9,3 – 9,2 mm en el ancho de la hoja. Para la lectura 2 – 17 días después de la aplicación realizada en primordio floral los mejores tratamientos fueron Fisioactivador con fungicidas UPL y el Testigo comercial con valores promedio de 9,9 mm y 9,7 mm El tratamiento Fungicidas de síntesis química y el Testigo absoluto tuvieron el mismo valor promedio 9,3 mm y se diferenciaron estadísticamente de los demás tratamientos.

## 5.6 Altura de la Planta

El análisis de varianza correspondiente a la altura de la planta mostro que hubo diferencias estadísticamente significativas en la lectura 1 – 25 días después de la aplicación realizada antes de iniciar macollamiento con un p-valor = 0,0001 pero no hubo diferencias estadísticas en la lectura 2 – 17 días después de la aplicación realizada en primordio floral con un p-valor = 0,289 (Ver anexo 21 y 23).

De acuerdo al test de Duncan en la lectura 1 – 25 días después de la aplicación realizada antes de iniciar macollamiento, el mejor tratamiento fue Fisioactivador con fungicidas UPL con un valor promedio de 63,3 cm quien tuvo un comportamiento diferente a los demás. El testigo absoluto y el testigo comercial estadísticamente se comportaron igual y el tratamiento Fungicidas de síntesis química UPL tuvo un valor promedio de 57,3 cm de altura en la planta, es decir la media más baja entre los tratamientos



**Figura No. 17** Altura de la planta en la Lec 1, 25 DDA realizada antes de iniciar macollamiento y de la Lec 2, 17 DDA realizada en primordio floral.

## 5.7 Macollamiento

El análisis de varianza para la variable de macollamiento, mostro que hay diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados con un p-valor = 0,0199 (Ver anexo 25).

Según el test de Duncan el mejor tratamiento fue Fisioactivador con fungicidas UPL con un valor promedio de 3,53 macollas/planta. Los tratamientos con menor número de macollas por planta fueron Fungicidas de síntesis química UPL y el Testigo comercial.

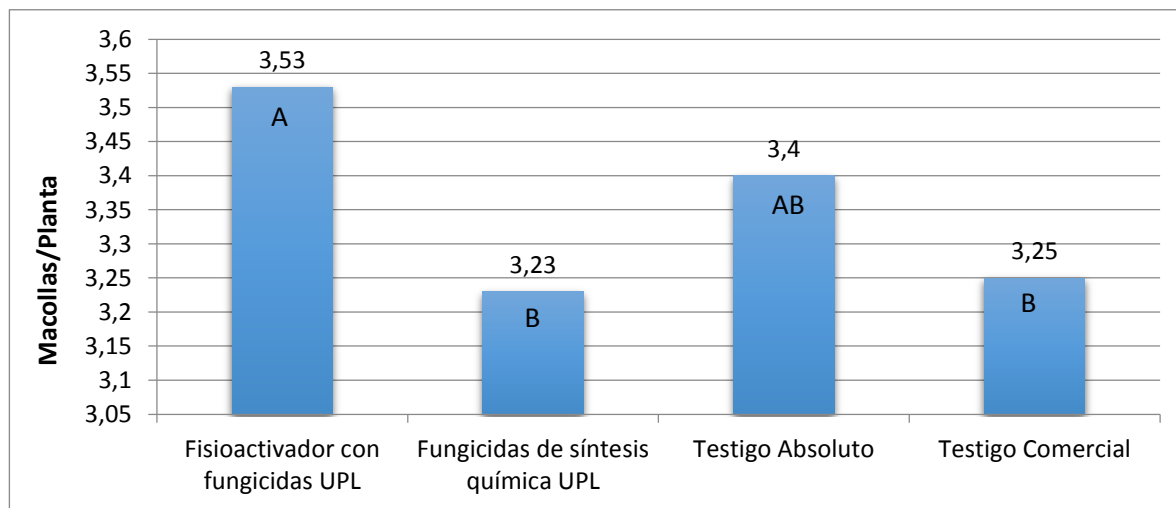
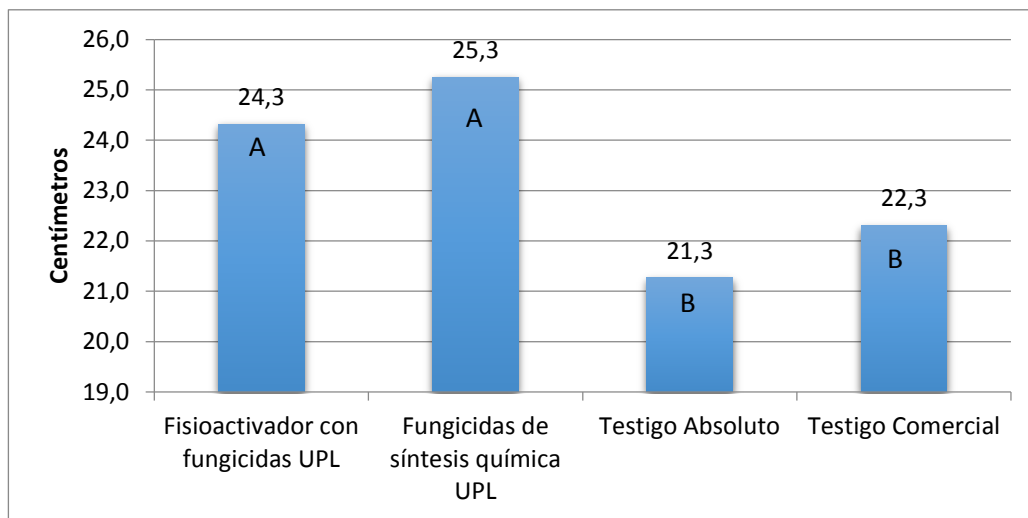


Figura No. 18 Macollamiento, lectura tomada en máximo macollamiento

## 5.8 Longitud de la Hoja Bandera

El análisis de varianza para la longitud de la hoja bandera, mostro que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados con un p-valor = 0,0001 (Ver anexo 27).

Según el test de Duncan los mejores tratamientos fueron Fungicidas de síntesis química UPL y Fisioactivador con fungicidas UPL con un valor promedio de 25,3 y 24,3 cm respectivamente. Los tratamientos con menor longitud de la hoja bandera fueron Testigo absoluto y el Testigo comercial, con valores promedio 21,3 y 22,3 cm respectivamente.

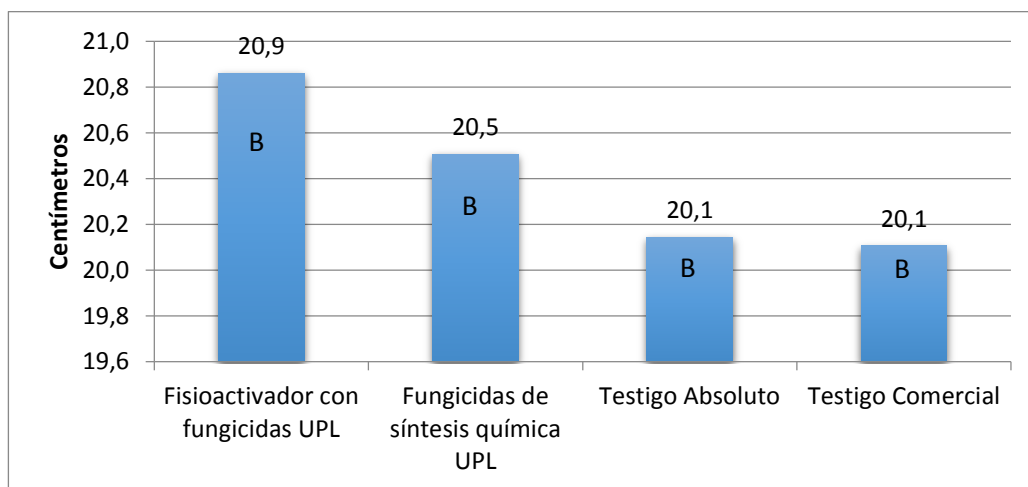


**Figura No. 19** Longitud de la Hoja bandera, 8 días antes de la cosecha.

### 5.9 Longitud de la panícula

El análisis de varianza para la longitud de la panícula, mostro que no hay diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con un p-valor = 0,117 (Ver anexo 29).

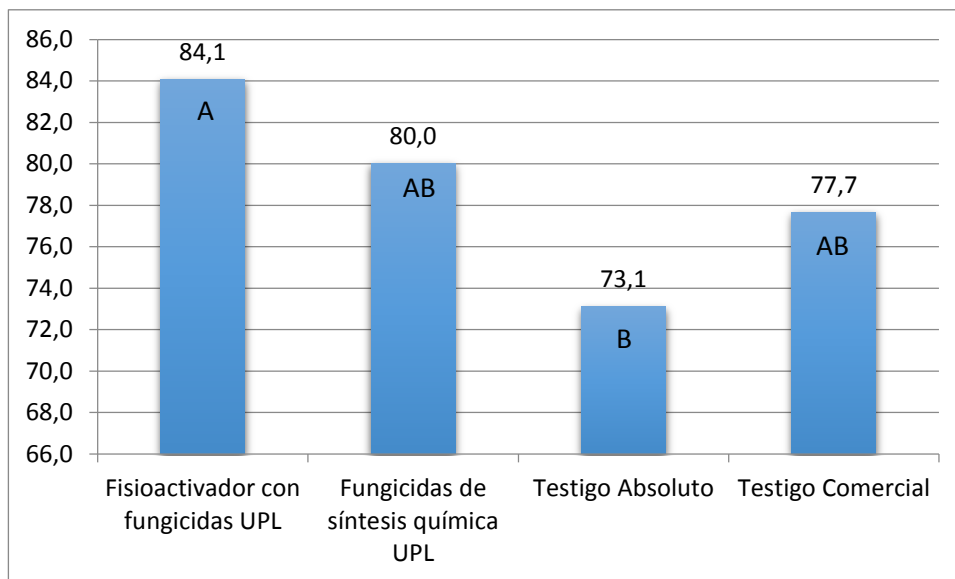
Todos los tratamientos tuvieron el mismo comportamiento.



**Figura No. 20** Longitud de la panícula, 8 días antes de la cosecha.

### 5.10 Granos por panícula

El análisis de varianza para granos por panícula, mostro que no hay diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con un p-valor = 0,0886 (Ver anexo 31).



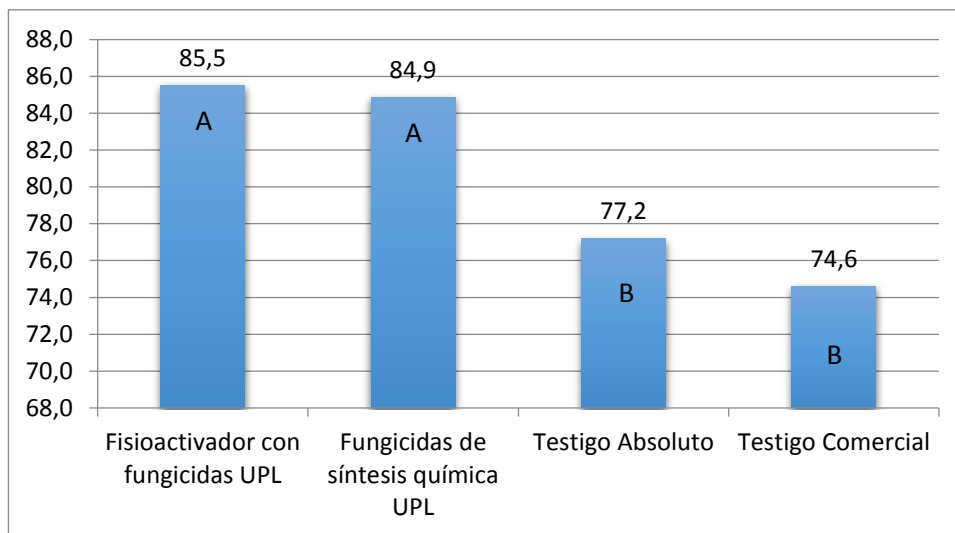
**Figura No. 21** Granos por panícula, 8 días antes de la cosecha.

### 5.11 Granos efectivos por panícula

El análisis de varianza para granos efectivos por panícula, mostro que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados con un p-valor = 0,0001 (Ver anexo 33).

Según el test de Duncan los tratamientos Fisiactivador con fungicidas UPL y Fungicidas de síntesis química UPL tuvieron el mismo comportamiento estadístico y los valores promedios más altos con 85,5 y 84,9 granos efectivos por panícula respectivamente. La cantidad promedio de granos efectivos por panícula fue de 77,2 y 74,6 para el testigo absoluto y el testigo comercial que tuvieron el mismo comportamiento entre ellos pero estadísticamente diferente a los tratamientos UPL. El tratamiento Fisiactivador con fungicidas UPL generó más 10,9 granos efectivos por panícula comparado con el testigo comercial y que representan más 12,7% granos efectivos por panícula.



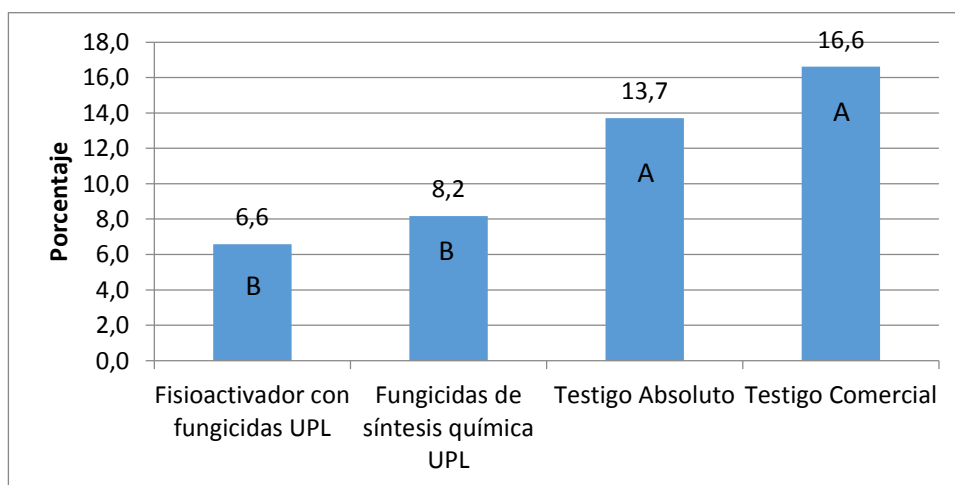


**Figura No. 22** Granos efectivos por panícula, 8 días antes de la cosecha.

### 5.12 % Vaneamiento

El análisis de varianza para % vaneamiento, mostro que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados con un p-valor = 0,0001 (Ver anexo 35).

Según el test de Duncan los tratamientos Fisioactivador con fungicidas UPL y Fungicidas de síntesis química UPL tuvieron el mismo comportamiento estadístico y los valores promedios más bajos con 6,6 y 8,2% de vaneamiento respectivamente. La cantidad promedio de % de vaneamiento fue de 13,7 y 16,6 para el testigo absoluto y el testigo comercial que tuvieron el mismo comportamiento entre ellos pero estadísticamente diferente a los tratamientos UPL. El tratamiento Fisioactivador con fungicidas UPL generó menos el 10 % de vaneamiento comparado con el testigo comercial.



**Figura No. 23** % Vaneamiento, 8 días antes de la cosecha.

### 5.13 Rendimiento

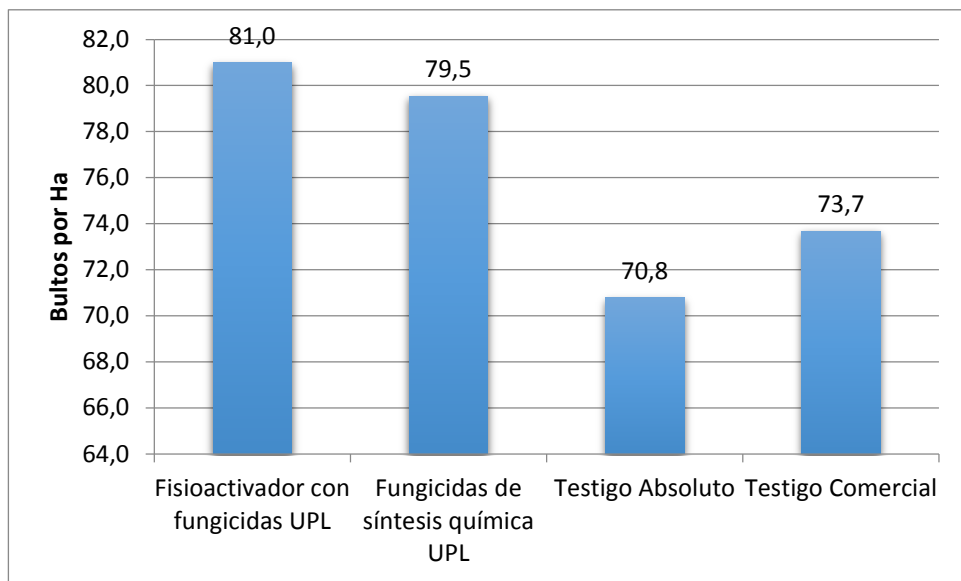
El análisis de varianza para rendimiento, mostro que no hay diferencias significativas entre los tratamientos evaluados con un p-valor = 0,82 (Ver anexo 37).

No. Tr	Tratamiento	Rep	gramos/ 0,25m2	gramos/ m2	gramos/ Ha	Kg/Ha	Bultos/ Ha	Promedio Bultos/Ha
1	Testigo Absoluto	3	114,26	457,04	4570400	4570	73,1264	70,7
1	Testigo Absoluto	4	96,67	386,68	3866800	3867	61,8688	
1	Testigo Absoluto	5	120,85	483,4	4834000	4834	77,344	
2	Fungicidas de síntesis química UPL	1	138,19	552,76	5527600	5528	88,4416	79,5
2	Fungicidas de síntesis química UPL	2	121,38	485,52	4855200	4855	77,6832	
2	Fungicidas de síntesis química UPL	3	125,2	500,8	5008000	5008	80,128	
2	Fungicidas de síntesis química UPL	4	141,13	564,52	5645200	5645	90,3232	
2	Fungicidas de síntesis química UPL	5	95,44	381,76	3817600	3818	61,0816	
3	Fisioactivador con fungicidas UPL	1	93,87	375,48	3754800	3755	60,0768	80,9
3	Fisioactivador con fungicidas UPL	2	101,12	404,48	4044800	4045	64,7168	
3	Fisioactivador con fungicidas UPL	3	165,06	660,24	6602400	6602	105,638	
3	Fisioactivador con fungicidas UPL	4	103,8	415,2	4152000	4152	66,432	
3	Fisioactivador con fungicidas UPL	5	168,79	675,16	6751600	6752	108,026	
4	Testigo Comercial	1	98,38	393,52	3935200	3935	62,9632	73,6
4	Testigo Comercial	2	101,62	406,48	4064800	4065	65,0368	
4	Testigo Comercial	3	100,74	402,96	4029600	4030	64,4736	
4	Testigo Comercial	4	169,69	678,76	6787600	6788	108,602	
4	Testigo Comercial	5	105,07	420,28	4202800	4203	67,2448	

**Tabla No 5.** Rendimiento por hectárea

El tratamiento Fisioactivador con fungicidas de UPL tuvo un rendimiento por hectarea de 81 bultos, el tratamiento Fungicidas de síntesis química tuvo un rendimiento de 79.5 bultos, el testigo comercial tuvo un rendimiento de 73.7 bultos y el testigo absoluto de 70.8 bultos.

El tratamiento Fisioactivador con fungicidas UPL produjo 7.3 bultos más que el testigo comercial, el tratamiento Fungicidas de síntesis química UPL produjo 5.8 bultos más que el testigo comercial y el tratamiento Fisioactivador con fungicidas UPL produjo 1,5 bultos mas que el tratamiento Fungicidas de síntesis química UPL.



**Figura No 24.** Rendimiento por hectárea

## 6. CONCLUSIONES

- ❖ La incidencia de *Helminthosporium oryzae* fue del 100% en todos los tratamientos, el manejo químico preventivo que se realizó antes de iniciar macollamiento no mostro resultados diferentes en la severidad de la enfermedad en el tratamiento - Fungicidas de síntesis química UPL con Glory 75 WG y en el tratamiento Fisioactivador con fungicidas UPL con All Green en mezcla con Glory 75 WG comparado con el testigo comercial que no realizo aplicación preventiva.
- ❖ La aplicación realizada en primordio floral con el tratamiento - Fungicidas de síntesis química UPL con Optix 28 SC y en el tratamiento Fisioactivador con fungicidas UPL con All Green en mezcla con Optix 28 SC mostro diferencias significativas respecto al Testigo comercial con Triadimefon 250 EC y Kyo 250 EC, reduciendo el nivel de severidad en 1 y 1,5 grados.
- ❖ La mejor aplicación en momento de prefloración para el manejo de *Sarocladium oryzae* fue la aplicación de Fisioactivador con fungicidas UPL con Peleo 70 WG que se aplicó 10 días después de la aplicación en primordio floral, porque redujo la incidencia en un 21.3% comparado con el testigo comercial Triadimefon 250 EC y Kyo 250 EC. La severidad no presento diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo la tendencia es menor en los tratamientos UPL.
- ❖ La mejor aplicación en momento de prefloración para el manejo de *Gaeumannomyces graminis* fue la aplicación de Fisioactivador con fungicidas UPL con Peleo 70 WG que se aplicó 10 días después de la aplicación en primordio floral, porque redujo la incidencia en 21.3% comparado con el testigo comercial Triadimefon 250 EC y Kyo 250 EC. El tratamiento Fisioactivador con fungicidas UPL y el tratamiento Fungicidas de síntesis química UPL tuvieron severidades de *Gaeumannomyces* con niveles de inferioridad estadísticamente significativos.
- ❖ La menor incidencia del Complejo del manchado de grano que se evaluó antes de la cosecha la tuvo el tratamiento Fisioactivador con fungicidas UPL, que redujo la incidencia 23.29% comparado con el testigo comercial. La severidad de esta enfermedad no presento diferencia entre los tratamientos.
- ❖ El tratamiento Fisioactivador con fungicidas UPL favoreció género que las plantas tuvieran mayor ancho de lámina foliar, altura y macollamiento, comparado con el tratamiento fungicidas de síntesis química UPL.

- ❖ Los tratamientos Fisioactivador con fungicidas UPL y Fungicidas de síntesis química UPL generaron mayor longitud de la hoja bandera comparado con el testigo comercial.
- ❖ No hubo diferencias entre los tratamientos en cuanto a la longitud de la panícula y granos por panícula.
- ❖ Los tratamientos Fisioactivador con fungicidas UPL y Fungicidas de síntesis química UPL generaron más el 12.2% de granos efectivos por panícula y el 10% menos de granos vanos por panícula comparado con el testigo comercial.
- ❖ Entre los tratamientos no hubo diferencias significativas en el rendimiento.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- ANLA. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Resolución No. 0198 de 2013.
- ANLA. Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. Resolución No. 2845 de 2015.
- Atencio, V. J., Berrio, L. E. y Borrero, J.** *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina*. Cali, Colombia. Publicación CIAT No. 370.
- Avila, L. A. (2010).** *Identificación de genes que se expresan en la lámina foliar de las plantas de arroz (Oriza sativa L.)*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- CIAT Comunicaciones (2014).** *El CIAT le apuesta a una variedad de arroz más productiva para Colombia América Latina y el Caribe*. CIAT, Blog, Noticias Eco-Eficiencia en acción. Colombia.
- DICTA y SAG. (2003).** *Manual técnico para el cultivo de arroz (Oriza sativa)*. Honduras.
- Echeverri, J. (2013).** *Alternativas biológicas para el control de Gaeumanomyces graminis*. Vol. 62 No. 508, pp 4.
- Fernández, F., Vergara, B. S., Yapit, N. y García, O. (1985).** *Crecimiento y etapas de desarrollo de la planta*. Arroz: Investigación y producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
- Gonzáles, N. y Zamorano, D. (2009).** *El cultivo de arroz (Oriza sativa L.)*. Chile.
- León, J. (1987).** *Botánica de los cultivos tropicales*. Costa Rica. IICA.
- Gonzáles, J., Rosero, M. y Arregocés, O. (1985).** *Morfología de la planta de arroz*. Arroz: Investigación y producción. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Colombia.
- Higuera, O. L. y Medina, A. (2014).** *Guía para el monitoreo y manejo de enfermedades*. Federación Nacional de arroceros, Colombia.
- Martínez, H. J. y Acevedo, X. (2005).** *La cadena del arroz en Colombia “Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005”*. Bogotá, Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Olmos, S. (2006).** *Apuntes de morfología, fenología, eco fisiología y mejoramiento genético del arroz*. Argentina. UNNE.
- Salazar, L. (2014).** *Elaboración de escalas diagramáticas de severidad en hoja y tallos para evaluar la enfermedad “mal de pie” Gaeumanomyces graminis sacc. Von arx & d. Oliver var. Graminis en diferentes estados fenológicos del arroz*. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia.

**Valladares, C. A. (2010).** *Taxonomía y botánica de los cultivos de grano.* Honduras. Universidad Autónoma de Honduras.

## 8. ANEXOS

**Anexo 1.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Severidad de *Helminthosporium oryzae*, 25 DDA realizada *antes de iniciar macollamiento*.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Grado de severidad	54	0,26	0,21	46,03

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5,51	3	1,84	5,81	0,0017
Tratamiento	5,51	3	1,84	5,81	0,0017
Error	15,82	50	0,32		
Total	21,33	53			

**Anexo 2.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de *Helminthosporium oryzae*, 25 DDA realizada *antes de iniciar macollamiento*.

Error: 0,3164 gl: 50

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Testigo Absoluto	1,89	9	0,19 A
Testigo comercial	1,27	15	0,15 B
Fungicidas de síntesis quí..	1,00	15	0,15 B
Fisioactivador con fungici..	1,00	15	0,15 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 3.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Severidad de *Helminthosporium oryzae*, 17 DDA realizada en *primordio floral*.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Grado de Severidad	54	0,40	0,37	42,30

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	23,01	3	7,67	11,34	<0,0001
Tratamiento	23,01	3	7,67	11,34	<0,0001
Error	33,82	50	0,68		



Total 56,83 53

**Anexo 4.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de *Helminthosporium oryzae*, 17 DDA realizada en *primordio floral*.

Error: 0,6764 gl: 50

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo comercial	2,73	15	0,21	A
Testigo Absoluto	2,56	9	0,27	A
Fungicidas de síntesis quí..	1,47	15	0,21	B
Fisioactivador con fungici..	1,27	15	0,21	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 5.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Incidencia de *Sarocladium oryzae*, 21 DDA realizada en *prefloración*.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
INC Sarocladium	18	0,44	0,32	22,43

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2206,24	3	735,41	3,69	0,0380
Tratamiento	2206,24	3	735,41	3,69	0,0380
Error	2791,34	14	199,38		
Total	4997,58	17			

**Anexo 6.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de Incidencia de *Sarocladium oryzae*, 21 DDA realizada en *prefloración*.

Error: 199,3816 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo absoluto	80,00	3	8,15	A
Testigo comercial	69,34	5	6,31	A B
Fungicidas de síntesis quí..	61,33	5	6,31	A B
Fisioactivador con fungici..	48,00	5	6,31	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 7.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Severidad de *Sarocladium oryzae*, 21 DDA realizada en *prefloración*.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Severidad <i>Sarocladium</i>	270	0,01	3,0E-03	105,66

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,98	3	2,33	1,27	0,2853
Tratamiento	6,98	3	2,33	1,27	0,2853
Error	487,63	266	1,83		
Total	494,61	269			

**Anexo 8.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de Severidad de *Sarocladium oryzae*, 21 DDA realizada en *prefloración*.

Error: 1,8332 gl: 266

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Testigo Absoluto	1,47	45	0,20 A
Testigo Comercial	1,40	75	0,16 A
Fisioactivador con fungici..	1,29	75	0,16 A
Fungicidas de síntesis quí..	1,04	75	0,16 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 9.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Incidencia de *Gaeumannomyces graminis*, 21 DDA realizada en *prefloración*.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
INC <i>Gaeumannomyces</i>	18	0,44	0,32	66,29

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1673,02	3	557,67	3,70	0,0377
Tratamiento	1673,02	3	557,67	3,70	0,0377
Error	2109,64	14	150,69		
Total	3782,66	17			

**Anexo 10.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de Incidencia de *Gaeumannomyces graminis*, 21 DDA realizada en *prefloración*.

Error: 150,6887 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Testigo comercial	29,33	5	5,49 A

Testigo absoluto	28,89	3	7,09	A
Fungicidas de síntesis quí..	12,00	5	5,49	A B
Fisioactivador con fungici..	8,00	5	5,49	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 11.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Severidad de *Gaeumannomyces graminis*, 21 DDA realizada en *prefloración*.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SEV - <i>Gaeumannomyces</i>	269	0,07	0,06	207,07

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	62,30	3	20,77	6,80	0,0002
Tratamiento	62,30	3	20,77	6,80	0,0002
Error	809,14	265	3,05		
Total	871,44	268			

**Anexo 12.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de Severidad de *Gaeumannomyces graminis*, 21 DDA realizada en *prefloración*.

Error: 3,0534 gl: 265

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Testigo Comercial	1,43	74	0,20 A
Testigo Absoluto	1,29	45	0,26 A
Fisioactivador con fungici..	0,49	75	0,20 B
Fungicidas de síntesis quí..	0,35	75	0,20 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 13.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Incidencia de Complejo del Manchado del Grano, 15 días antes de la cosecha.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Incidencia manchado de gra..	270	0,14	0,13	44,85

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	24077,62	3	8025,87	13,85	<0,0001
Tratamiento	24077,62	3	8025,87	13,85	<0,0001
Error	154134,22	266	579,45		

Total 178211,85 269

**Anexo 14.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de Incidencia de Complejo del Manchado del Grano, 15 días antes de la cosecha.

Error: 579,4520 gl: 266

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo Absoluto	63,62	45	3,59	A
Testigo Comercial	62,80	75	2,78	A
Fungicidas de síntesis quí..	51,81	75	2,78	B
Fisioactivador con fungici..	40,45	75	2,78	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 15.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Severidad de Complejo del Manchado del Grano, 15 días antes de la cosecha.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Severidad - manchado de gr..	270	0,03	0,02	
42,28				

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,07	3	0,69	2,52	0,0586
Tratamiento	2,07	3	0,69	2,52	0,0586
Error	72,76	266	0,27		
Total	74,83	269			

**Anexo 16.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de Severidad de Complejo del Manchado del Grano, 15 días antes de la cosecha.

Error: 0,2736 gl: 266

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo Absoluto	1,38	45	0,08	A
Testigo Comercial	1,28	75	0,06	A B
Fisioactivador con fungici..	1,23	75	0,06	A B
Fungicidas de síntesis quí..	1,12	75	0,06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 17.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Ancho de la Hoja, 25 DDA realizada antes de iniciar macollamiento.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ancho Lamina Foliar	245	0,04	0,03	10,34

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9,54	3	3,18	3,36	0,0194
Tratamiento	9,54	3	3,18	3,36	0,0194
Error	227,80	241	0,95		
Total	237,34	244			

**Anexo 18.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable Ancho de la Hoja, 25 DDA realizada *antes de iniciar macollamiento*.

Error: 0,9452 gl: 241

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fisioactivador con fungici..	9,68	75	0,11 A
Testigo Absoluto	9,42	30	0,18 A B
Testigo Comercial	9,34	65	0,12 A B
Fungicidas de sintesis quí..	9,19	75	0,11 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

**Anexo 19.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de Ancho de la Hoja, 17 DDA realizada en *primordio floral*.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Ancho de la Hoja	270	0,06	0,05	11,32

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	19,90	3	6,63	5,64	0,0009
Tratamiento	19,90	3	6,63	5,64	0,0009
Error	312,80	266	1,18		
Total	332,69	269			

**Anexo 20.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable Ancho de la Hoja, 17 DDA realizada en *primordio floral*.

Error: 1,1759 gl: 266

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fisioactivador con fungici..	9,91	75	0,13 A

Testigo Comercial	9,71	75	0,13	A
Testigo Absoluto	9,29	45	0,16	B
Fungicidas de síntesis quím.	9,28	75	0,13	B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )				

**Anexo 21.** Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de Altura de la Planta, 25 DDA realizada *antes de iniciar macollamiento*.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura	244	0,16	0,15	9,19

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1390,07	3	463,36	14,97	<0,0001
Tratamiento	1390,07	3	463,36	14,97	<0,0001
Error	7429,85	240	30,96		
Total	8819,92	243			

**Anexo 22.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable Altura de la Planta, 25 DDA realizada *antes de iniciar macollamiento*.

Error: 30,9577 gl: 240

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Fisioactivador con fungici..	63,31	75	0,64	A
Testigo Comercial	61,07	65	0,69	B
Testigo Absoluto	60,87	29	1,03	B
Fungicidas de síntesis quím.	57,29	75	0,64	C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )				

**Anexo 23.** Análisis de varianza (ANOVA) para la variable de Altura de la Planta, 17 DDA realizada en *primordio floral*.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura	270	0,01	2,9E-03	7,20

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	144,93	3	48,31	1,26	0,2892
Tratamiento	144,93	3	48,31	1,26	0,2892
Error	10215,13	266	38,40		

Total 10360,06 269

**Anexo 24.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable Altura de la Planta, 17 DDA realizada en *primordio floral*.

Error: 38,4027 gl: 266

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Testigo Absoluto	87,17	45	0,92 A
Testigo Comercial	86,46	75	0,72 A
Fungicidas de síntesis quí..	85,94	75	0,72 A
Fisioactivador con fungici..	85,05	75	0,72 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 25.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de macollamiento tomada en *máximo macollamiento*.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
No. Macollas	270	0,04	0,03	19,96

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4,47	3	1,49	3,34	0,0199
Tratamiento	4,47	3	1,49	3,34	0,0199
Error	118,80	266	0,45		
Total	123,27	269			

**Anexo 26.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de macollamiento tomada en *máximo macollamiento*.

Error: 0,4466 gl: 266

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fisioactivador con fungici..	3,53	75	0,08 A
Testigo Absoluto	3,40	45	0,10 A B
Testigo Comercial	3,25	75	0,08 B
Fungicidas de síntesis quí..	3,23	75	0,08 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 27.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de longitud de la hoja bandera, 8 días antes de la cosecha.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud H Bandera	270	0,14	0,13	15,94

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	612,61	3	204,20	14,54	<0,0001
Tratamiento	612,61	3	204,20	14,54	<0,0001
Error	3735,87	266	14,04		
Total	4348,49	269			

**Anexo 28.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de longitud de la hoja bandera, 8 días antes de la cosecha.

Error: 14,0446 gl: 266

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Fungicidas de síntesis quí..	25,25	75	0,43	A
Fisioactivador con fungici..	24,31	75	0,43	A
Testigo Comercial	22,30	75	0,43	B
Testigo Absoluto	21,27	45	0,56	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 29.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de longitud de la panícula, 8 días antes de la cosecha.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud Panícula	270	0,02	0,01	10,20

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25,82	3	8,61	1,98	0,1172
Tratamiento	25,82	3	8,61	1,98	0,1172
Error	1155,48	266	4,34		
Total	1181,30	269			

**Anexo 30.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de longitud de la panícula, 8 días antes de la cosecha.

Error: 4,3439 gl: 266

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Fisioactivador con fungici..	20,86	75	0,24	A



Fungicidas de síntesis quí..	20,51	75	0,24	A
Testigo Absoluto	20,14	45	0,31	A
Testigo Comercial	20,11	75	0,24	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 31.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de granos por panícula, 8 días antes de la cosecha.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Granos x Panícula	270	0,02	0,01	29,77

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3678,39	3	1226,13	2,20	0,0886
Tratamiento	3678,39	3	1226,13	2,20	0,0886
Error	148341,94	266	557,68		
Total	152020,33	269			

**Anexo 32.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de granos por panícula, 8 días antes de la cosecha.

Error: 557,6765 gl: 266

Tratamiento	Medias	n	E.E.
Fisioactivador con fungici..	84,08	75	2,73 A
Fungicidas de síntesis quí..	80,01	75	2,73 A B
Testigo Comercial	77,65	75	2,73 A B
Testigo Absoluto	73,11	45	3,52 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 33.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de granos efectivos por panícula, 8 días antes de la cosecha.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% Granos Efectivos	270	0,14	0,13	15,08

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6360,36	3	2120,12	14,23	<0,0001
Tratamiento	6360,36	3	2120,12	14,23	<0,0001
Error	39620,09	266	148,95		
Total	45980,45	269			

**Anexo 34.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de granos efectivos por panícula, 8 días antes de la cosecha.

Error: 148,9477 gl: 266

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Fisioactivador con fungici..	85,52	75	1,41	A
Fungicidas de síntesis quí..	84,86	75	1,41	A
Testigo Absoluto	77,19	45	1,82	B
Testigo Comercial	74,61	75	1,41	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 35.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de % vaneamiento, 8 días antes de la cosecha.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% Vaneamiento	270	0,13	0,12	101,09

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4757,72	3	1585,91	12,83	<0,0001
Tratamiento	4757,72	3	1585,91	12,83	<0,0001
Error	32880,37	266	123,61		
Total	37638,09	269			

**Anexo 36.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de % vaneamiento, 8 días antes de la cosecha.

Error: 123,6104 gl: 266

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Testigo Comercial	16,62	75	1,28	A
Testigo Absoluto	13,70	45	1,66	A
Fungicidas de síntesis quí..	8,16	75	1,28	B
Fisioactivador con fungici..	6,59	75	1,28	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Anexo 37.** Análisis de varianza (ANAVA) para la variable de rendimiento (bultos/Ha), estimado a partir del peso de los granos en un marco de 0,25 m<sup>2</sup>.

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Bultos/Ha	18	0,06	0,00	23,22

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	282,45	3	94,15	0,30	0,8278
Tratamiento	282,45	3	94,15	0,30	0,8278
Error	4455,84	14	318,27		
Total	4738,29	17			

**Anexo 38.** Prueba de comparación de medias de Duncan (5%) para la variable de rendimiento (bultos/Ha), estimado a partir del peso de los granos en un marco de 0,25 m<sup>2</sup>.

Error: 318,2746 gl: 14

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
Fisioactivador con fungici..	80,98	5	7,98	A
Fungicidas de síntesis quí..	79,53	5	7,98	A
Testigo Comercial	73,66	5	7,98	A
Testigo Absoluto	70,78	3	10,30	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )